



TUGAS AKHIR-RC14-1501

# **ANALISIS KERENTANAN SUATU BANGUNAN TERHADAP RESIKO GEMPA MENGGUNAKAN METODE RAPID VISUAL SCREENING (RVS) FEMA 154 PADA ZONA GEMPA SEDANG**

DYAH WIDYA DWI HARTANTY  
NRP 3111 100 036

Dosen Pembimbing  
Dr. techn. Pujo Aji, S.T., M.T.  
Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



FINAL PROJECT-RC14-1501

# **VULNERABILITY ANALYSIS OF A BUILDING DUE TO EARTHQUAKE RISK USING RAPID VISUAL SCREENING METHOD (RVS) IN MODERATE SEISMICITY**

DYAH WIDYA DWI HARTANTY  
NRP 3111 100 036

Major Supervisor  
Dr. techn. Pujo Aji, ST., M.T.  
Endah Wahyuni, ST., M.Sc., Ph.D.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015

**ANALISIS KERENTANAN SUATU BANGUNAN  
TERHADAP RESIKO GEMPA MENGGUNAKAN  
METODE RAPID VISUAL SCREENING (RVS) FEMA  
154 PADA ZONA GEMPA SEDANG**

**TUGASAKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada**

**Bidang Studi Struktur  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

Oleh:

**DYAH WIDYA DWI HARTANTY**

**3111 100 036**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Pembimbing I:**

**Dr. Techn. Pujo Aji, S.T., M.T.**

**Pembimbing II:**

**Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**SURABAYA  
JUNI, 2015**



# **ANALISIS KERENTANAN SUATU BANGUNAN TERHADAP RESIKO GEMPA MENGGUNAKAN METODE RAPID VISUAL SCREENING (RVS) FEMA 154 PADA ZONA GEMPA SEDANG**

**Nama Mahasiswa** : Dyah Widya Dwi Hartanty  
**NRP** : 3111 100 036  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSP-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. techn. Pujo Aji S.T., MT.,  
Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D.

## **Abstrak:**

*Indonesia negara yang rawan gempa, karena merupakan daerah pertemuan dari 3 lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia dan lempeng Pasific. Bisa dibuktikan dengan banyaknya kejadian gempa yang banyak memakan korban jiwa, contohnya gempa dan tsunami di Aceh pada 26 Desember 2004, gempa di Jogja pada 27 Mei 2006, serta gempa di Jayapura. Gempa bumi berdampak korban jiwa dan harta, serta kerusakan infrastruktur, baik retak-retak maupun ambruk dan hancur. Namun pada kenyataannya, belum semua gedung direncanakan tahan gempa dan tidak ada data mengenai kondisi kerentanan gempa untuk gedung-gedung di Indonesia maka diperlukan suatu panduan untuk menilai kerentanan bangunan terhadap gempa yang mudah untuk dilakukan sehingga upaya preventif dapat dilakukan.*

*Tugas akhir ini merupakan penerapan Rapid visual screening (RVS) dari FEMA 154 yang merupakan metode penilaian suatu bangunan terhadap potensi rentan bahaya gempa berdasarkan observasi visual dari eksterior bangunan, interior jika memungkinkan, sehingga pelaksanaannya relatif cepat (ATC, 2002). Studi kasus bangunan yang diambil adalah pada zona gempa sedang, dimana parameter-parameter yang ada pada form*

*FEMA 154 disesuaikan dengan kondisi alam Indonesia dan zona gempa yang digunakan mengacu pada SNI 1726-2012 tentang gempa.*

*Tahapan-tahapan untuk melaksanakan metode RVS ini adalah pengumpulan data pra-lapangan, analisa data pra-lapangan dan perencanaan survei lapangan serta survei di lapangan. Saat survei di lapangan dilakukan pengisian formulir RVS sesuai zona gempa lokasi tersebut, selain itu dilakukan pula verifikasi data yang ada dengan kenyataan di lapangan*

*Dari hasil pengisian formulir RVS pada bangunan di zona gempa sedang Indonesia dengan studi kasus di kota Surabaya dan Sidoarjo, maka didapatkan skor akhir pada formulir RVS dari masing-masing bangunan BPBD JATIM, KOMINFO JATIM, PT. Alstom Power ESI dan Bank Permata Surabaya. Dari hasil formulir RVS dan Analisis menggunakan SAP 2000, semua gedung tersebut dinyatakan aman terhadap gempa baik oleh Metode RVS untuk High Seismicity maupun SNI 03-1726-2012 kecuali untuk Bank Permata Surabaya, dimana gedung ini dinyatakan tidak aman oleh Metode RVS dan tidak memenuhi persyaratan kontrol waktu getar alami fundamental dan kontrol drift simpangan arah y gempa arah yang diatur dalam SNI-03-1726-2012, sedangkan bila ditinjau dari kekuatan balok dan kolom pada struktur utama, bangunan ini dinyatakan aman. Selain itu setiap jenis bangunan memiliki faktor yang mempengaruhi kerentanan terhadap gempa yang berbeda-beda sehingga dalam pelaksanaan metode RVS dan dalam mendesain suatu bangunan faktor-faktor tersebut harus mendapat perhatian lebih karena memiliki kontribusi yang signifikan dalam penentuan skor akhir dan dalam pengaruh gempa pada bangunan tersebut .*

**Kata Kunci: Rapid Visual Screening, FEMA 154, Gempa**

# **VULNERABILITY ANALYSIS OF A BUILDING DUE TO EARTHQUAKE RISK USING RAPID VISUAL SCREENING METHOD (RVS) IN MODERATE SEISMICITY**

**Name** : Dyah Widya Dwi Hartanty  
**NRP** : 3111 100 036  
**Department** : Teknik Sipil FTSP – ITS  
**Supervisor** : Dr. techn. Pujo Aji ST., MT.,  
Endah Wahyuni, ST., M.Sc., Ph.D.

*Indonesia is prone to earthquakes, as it is located between three major tectonic plates, the Indo-Australian, Eurasian and Pacific plates. It can be proved by many earthquakes that caused many casualties, for example, the earthquake and tsunami in Aceh on December 26, 2004, earthquake in Yogyakarta on May 27, 2006, and the earthquake in Jayapura. Earthquakes caused loss of lives and property, and damaging infrastructure, either by cracking or collapsing and destroying it. But the fact is, not all buildings are planned to have adequate seismic resistance and no data regarding the condition on the earthquake vulnerability of buildings in Indonesia. So we need a guide, which was quite easy to do, for assessing the buildings for potential seismic hazards.*

*This final task is to map the usage of Rapid Visual Screening from FEMA 154, a methodology based on a “sidewalk survey” of a building and a Data Collection Form, which a person conducting the survey (hereafter referred to as the screener) completes, based on visual observation of the building from the exterior, and if possible, the interior (ATC, 2002). Building case studies are used in the moderate seismicity, where parameters exist in the form of FEMA 154 adapted to condition in Indonesia and the earthquake zone used refers to SNI 03 1726-2012.*

*Steps on RVS method are pre-field data collection, pre-field data analysis and field survey. Form filling is done when the field survey. When filling the form, the data must be verified with existing data in the site.*

*The result of filling RVS form in Indonesian Moderate seismicity with a case study in Surabaya and Sidoarjo, then obtained a final score on RVS form of each building BPBD JATIM, KOMINFO JATIM, PT. Alstom Power ESI and Surabaya Permata Bank. From the result of RVS form and SAP 2000 analysis, all the buildings are safe from the damage of earthquake risk except Surabaya Permata Bank, the building is unsafety in RVS Method and not qualified periodic and drift control in SNI-03-1726-2012 requirements. Meanwhile, when viewed from the power of the beams and columns in the main structure, the building is safe. Beside that, each type of building has different damage factors, so when doing the RVS Method and in designing a building, these factors should get more attention because they are have a significant contribution in the determination of the final score and the effects of the building because of earthquake.*

***Key Word : Rapid Visual Screening, FEMA 154, Earthquake.***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan rahmat dan karuniaNya lah Proposal Tugas Akhir dengan judul “Analisa Kerentanan Suatu Bangunan Terhadap Resiko Gempa Menggunakan Metode Rapid Visual Screening (RVS) FEMA 154 Pada Zona Gempa Rendah dan Sedang” ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu.

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu selama pengerjaan tugas besar ini, terutama kepada :

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya.
2. Mama, Ayah, kakak dan adik tercinta, yang selalu memberi dukungan, doa, dan kasih sayangnya.
3. Bapak Dr.techn. Pujo Aji ST., MT., selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan dan waktunya dalam penyelesaian Proposal Tugas Akhir.
4. Ibu Endah Wahyuni, ST., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan dan waktunya dalam penyelesaian Proposal Tugas Akhir.
5. Bapak Budi Suswanto, ST., MT., PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil-FTSP ITS.
6. Bapak-bapak dan Ibu-Ibu PU Cipta Karya Prov.Jawa Timur, bapak-bapak dan ibu-ibu Pemkot Surabaya, bapak- bapak dan ibu-ibu BPBD dan Kominfo Jawa Timur serta Pengurus Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil ITS, atas bantuannya dalam pengumpulan data untuk Tugas Akhir ini.
7. Teman – teman Sipil ITS 2011, yang telah banyak membantu baik dalam pengumpulan data, menemani survei dan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.



8. Mas Yogi (Sipil ITS 2006), Mas Adnan (Sipil ITS 2009), Mas Ismail (Sipil ITS 2006), dan Mbak Nindi (Sipil ITS 2010) yang telah membantu dalam pengumpulan data.
9. Pak Dwi Prasetya yang telah membantu dalam pengerjaan SAP 2000.
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar dimasa datang menjadi lebih baik. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam Proposal Tugas Akhir ini.

Surabaya, 3Juni 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xix</b>

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.2.1 Permasalahan Utama.....	2
1.2.2 Detail Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.3.1 Tujuan Utama.....	3
1.3.2 Detail Tujuan.....	3
1.4 Batasan dan Ruang Lingkup.....	3
1.5 Manfaat.....	3

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Umum.....	5
2.2 Pengaplikasian RVS di Beberapa Negara.....	5
2.3 Metodologi Pengaplikasian RVS di Beberapa Negara.....	7
2.4 Hasil Pengaplikasian RVS di Beberapa Negara.....	9

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

3.1 Diagram Alir.....	11
3.2 Deskripsi Diagram Alir.....	12
3.3 Deskripsi Tinjauan Pustaka.....	14
3.3.1 Perencanaan dan Pengelolaan RVS.....	14

3.3.2 Pengumpulan formulir RVS.....	21
3.3.3 Penggunaan Hasil dari RVS.....	43
3.3.4 Contoh Aplikasi dari RVS.....	44

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Umum.....	47
4.2 Flow Chart Pengisian Form RVS Moderate Seismicity FEMA 154.....	49
4.2.1 Informasi yang Tidak Mempengaruhi Skor Akhir. ....	49
4.2.2 Informasi yang Mempengaruhi Skor .....	50
4.2.3 Perhitungan Skor (S). ....	51
4.2.4 Perhitungan Skor Modifikasi Terhadap Masing- Masing Basic Score.....	55
4.3 Pengisian Form RVS Moderate Seismicity FEMA 154.....	66
4.3.1 Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jawa Timur .....	66
4.3.2 Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur. ....	67
4.3.3 PT.Alstom Power ESI. ....	69
4.3.4 Bank PERMATA Surabaya. ....	70
4.4 Analisis Struktur. ....	72
4.4.1 Pemodelan Struktur Gedung Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jawa Timur. ....	72
4.4.1.1. Pembebanan Struktur Utama. ....	73
4.4.1.1.1 Berat Total Bangunan . ....	74
4.4.1.2. Pembebanan Gempa Dinamis.....	75
4.4.1.2.1 Arah Pembebanan. ....	75
4.4.1.2.2. Parameter Respon Spektrum Rencana. ....	75
4.4.1.2.3 Faktor Reduksi Gempa (R).....	76
4.4.1.2.4 Faktor Keutamaan (I).....	76
4.4.1.3 Kontrol Desain.....	77
4.4.1.3.1 Kontrol Partisipasi Massa.....	77
4.4.1.3.2 Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental. ....	78
4.4.1.3.3 Kontrol Nilai Respon Spektrum. ....	79

4.4.1.3.4 Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai (drift).....	81
4.4.2 Pemodelan Struktur Gedung Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur.....	85
4.4.2.1. Pembebanan Struktur Utama.....	86
4.4.2.1.1 Berat Total Bangunan .....	87
4.4.2.2. Pembebanan Gempa Dinamis. ....	87
4.4.2.2.1 Arah Pembebanan. ....	88
4.4.2.2.2. Parameter Respon Spektrum Rencana. ....	88
4.4.2.2.3 Faktor Reduksi Gempa (R). ....	89
4.4.2.2.4 Faktor Keutamaan (I).....	89
4.4.2.3 Kontrol Desain. ....	90
4.4.2.3.1 Kontrol Partisipasi Massa. ....	90
4.4.2.3.2 Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental.....	91
4.4.2.3.3 Kontrol Nilai Respon Spektrum. ....	92
4.4.2.3.4 Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai (drift). ....	95
4.4.3 Pemodelan Struktur Gedung PT.Alstom Power ESI. ....	99
4.4.3.1. Pembebanan Struktur Utama.....	100
4.4.3.1.1 Berat Total Bangunan .....	101
4.4.3.2. Pembebanan Gempa Dinamis. ....	101
4.4.3.2.1 Arah Pembebanan. ....	102
4.4.3.2.2. Parameter Respon Spektrum Rencana. ....	102
4.4.3.2.3 Faktor Reduksi Gempa (R). ....	103
4.4.3.2.4 Faktor Keutamaan (I).....	103
4.4.3.3 Kontrol Desain. ....	104
4.4.3.3.1 Kontrol Partisipasi Massa. ....	104
4.4.3.3.2 Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental.....	105
4.4.3.3.3 Kontrol Nilai Respon Spektrum. ....	107
4.4.3.3.4 Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai (drift). ....	109

4.4.4 Pemodelan Struktur Gedung PT.Alstom Power	
ESI .....	113
4.4.4.1. Pembebanan Struktur Utama.....	114
4.4.4.1.1 Berat Total Bangunan .....	115
4.4.4.2. Pembebanan Gempa Dinamis. ....	115
4.4.4.2.1 Arah Pembebanan. ....	116
4.4.4.2.2. Parameter Respon Spektrum	
Rencana. ....	116
4.4.4.2.3 Faktor Reduksi Gempa (R). ....	117
4.4.4.2.4 Faktor Keutamaan (I). ....	117
4.4.4.3 Kontrol Desain. ....	117
4.4.4.3.1 Kontrol Partisipasi Massa. ....	118
4.4.4.3.2 Kontrol Waktu Getar	
Alami Fundamental.....	119
4.4.4.3.3 Kontrol Nilai Respon Spektrum. .	120
4.4.4.3.4 Kontrol Batas Simpangan Antar	
Lantai (drift). ....	122
4.4.5 Rekapitulasi Hasil RVS FEMA 154 dan SNI 03	
1726 2012.....	128
<b>BAB IV</b>	
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	129
5.2 Saran .....	130
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>133</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>136</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir $F_R$ .....	8
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	11
Gambar 3.2 Contoh Formulir .....	16
Gambar 3.3 Pembagian Zona Gempa untuk long Period.....	18
Gambar 3.4 Pembagian Zona Gempa untuk short Period .....	18
Gambar 3.5 Peta zona gempa menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana .....	19
Gambar 3.6 Bagian identifikasi gedung pada formulir RVS....	23
Gambar 3.7 Lokasi penggambaran sketsa bangunan pada formulir .....	27
Gambar 3.8 Lokasi pencatatan informasi jenis tanah pada Formulir.....	26
Gambar 3.9 Penjelasan tipe tanah .....	27
Gambar 3.10 Bagian Informasi hunian pada formulir RVS .....	30
Gambar 3.11 Bagian kerentanan bahaya pada formulir RVS....	32
Gambar 3.12 Bagian basic skor pada formulir RVS .....	34
Gambar 3.13 Bagian basic skor pada formulir RVS .....	40
Gambar 3.14 Ketidak teraturan secara vertikal .....	41
Gambar 3.15 Ketidak teraturan secara datar .....	41
Gambar 3.16 Kolom Skor akhir dan komentar pada formulir RVS .....	42
Gambar 3.17 Contoh 1 .....	44
Gambar 3.18 Contoh 2 .....	45
Gambar 4.1 Peta zona gempa Surabaya dan Sidoarjo periode 0,2 detik .....	47
Gambar 4.2 Peta zona gempa Surabaya dan Sidoarjo periode 1 detik.....	48
Gambar 4.3 Chimneys.....	49
Gambar 4.4 Parapets. ....	50
Gambar 4.5 Heavy Cladding. ....	50
Gambar 4.6 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score $W_1$ .....	58



Gambar 4.7 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score W2.....	58
Gambar 4.8 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S1.....	59
Gambar 4.9 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S2.....	59
Gambar 4.10 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S3.....	60
Gambar 4.11 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S4.....	60
Gambar 4.12 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S5.....	61
Gambar 4.13 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C1.....	61
Gambar 4.14 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C2.....	62
Gambar 4.15 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C3.....	62
Gambar 4.16 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score PC1.....	63
Gambar 4.17 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score PC2.....	63
Gambar 4.18 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score RM1.....	64
Gambar 4.19 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score RM2.....	64
Gambar 4.20 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score URM.....	65
Gambar 4.21 Denah Struktur Perkantoran BPBD JATIM.....	72
Gambar 4.22 Pemodelan SAP 2000 BPBD JATIM.....	73
Gambar 4.23 Denah Struktur Perkantoran KOMINFO JATIM.....	85
Gambar 4.24 Pemodelan SAP 2000 KOMINFO JATIM.....	86
Gambar 4.25 Denah Struktur Perkantoran PT. ALSTOM Surabaya.....	99

Gambar 4.26 Pemodelan SAP 2000 PT. ALSTOM Surabaya. ....	100
Gambar 4.27 Denah Struktur Perkantoran Bank Permata.....	113
Gambar 4.28 Pemodelan SAP 2000 Bank Permata. ....	114

*“halaman sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Zona gempa menurut FEMA 310.....	17
Tabel 3.2 Klasifikasi jenis tanah sesuai SNI 1726-2012.....	28
Tabel 3.3 Benchmark Year untuk RVS.....	37
Tabel 4.1 Presentase Skor Modifikasi Terhadap Masing- Masing Basic Score.....	55
Tabel 4.2 Proses Pengisian Formulir Survei Gedung BPBD JATIM. ....	66
Tabel 4.3 Proses Pengisian Formulir Survei Gedung Dinas KOMINFO JATIM. ....	68
Tabel 4.4 Proses Pengisian Formulir Survei Gedung PT. Alstom Power ESI. ....	69
Tabel 4.5. Proses Pengisian Formulir Survei Gedung BANK PERMATA Surabaya.....	70
Tabel 4.6 Parameter Respon Gempa Wilayah Surabaya untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak) .....	76
Tabel 4.7 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran BPBD JATIM	78
Tabel 4.8 Periode Struktur .....	79
Tabel 4.9 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa.....	80
Tabel 4.10 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Setelah Dikalikan dengan Faktor Skala .....	81
Tabel 4.11 Simpangan Antar lantai yang Terjadi Akibat beban Gempa.....	83
Tabel 4.12 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X .....	83
Tabel 4.13 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah X .....	83
Tabel 4.14 Kontrol Simpangan Arah X akibat Beban Gempa Arah Y .....	84

Tabel 4.15 Kontrol Simpangan Arah Y akibat Beban Gempa Arah Y .....	84
Tabel 4.16 Parameter Respon Gempa Wilayah Surabaya untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak).....	89
Tabel 4.17 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran KOMINFO JATIM .....	91
Tabel 4.18 Periode Struktur.....	92
Tabel 4.19 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa .....	93
Tabel 4.20 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Setelah Dikalikan dengan Faktor Skala .....	94
Tabel 4.21 Simpangan Antar lantai yang Terjadi Akibat beban Gempa.....	96
Tabel 4.22 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X .....	97
Tabel 4.23 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah X .....	97
Tabel 4.24 Kontrol Simpangan Arah X akibat Beban Gempa Arah Y .....	98
Tabel 4.25 Kontrol Simpangan Arah Y akibat Beban Gempa Arah Y .....	98
Tabel 4.26 Parameter Respon Gempa Wilayah Surabaya untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak).....	103
Tabel 4.27 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran PT.ALSTOM.....	105
Tabel 4.28 Periode Struktur.....	106
Tabel 4.29 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa .....	107
Tabel 4.30 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Setelah Dikalikan dengan Faktor Skala .....	108
Tabel 4.31 Simpangan Antar lantai yang Terjadi Akibat beban Gempa.....	110

Tabel 4.32 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X .....	110
Tabel 4.33 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah X .....	111
Tabel 4.34 Kontrol Simpangan Arah X akibat Beban Gempa Arah Y .....	111
Tabel 4.35 Kontrol Simpangan Arah Y akibat Beban Gempa Arah Y .....	112
Tabel 4.36 Parameter Respon Gempa Wilayah Surabaya untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak).....	116
Tabel 4.37 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran Bank Permata .....	118
Tabel 4.38 Perioda Struktur.....	120
Tabel 4.39 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa .....	121
Tabel 4.40 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Setelah Dikalikan dengan Faktor Skala .....	122
Tabel 4.41 Simpangan Antar lantai yang Terjadi Akibat beban Gempa.....	124
Tabel 4.42 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X .....	124
Tabel 4.43 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah X .....	125
Tabel 4.44 Kontrol Simpangan Arah X akibat Beban Gempa Arah Y .....	125
Tabel 4.45 Kontrol Simpangan Arah Y akibat Beban Gempa Arah Y .....	126



*“halaman sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia negara yang rawan gempa, karena merupakan daerah pertemuan dari 3 lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia dan lempeng Pasific. Bisa dibuktikan dengan banyaknya kejadian gempa yang banyak memakan korban jiwa, contohnya gempa dan tsunami di Aceh pada 26 Desember 2004, gempa di Jogja pada 27 Mei 2006, serta gempa di Jayapura. Gempa bumi berdampak korban jiwa dan harta, serta kerusakan infrastruktur, baik retak-retak maupun ambruk dan hancur. Menurut data statistik dari Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) yang dikeluarkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), pada gempa di Aceh pada 26 Desember 2004 mengakibatkan 322.821 rumah rusak berat dan 96.576 rusak ringan, 250 fasilitas kesehatan rusak, dan 1248 fasilitas pendidikan rusak, dan pada gempa bumi di Jogja pada 27 Mei 2006 mengakibatkan 126.841 rumah rusak berat dan 167.071 rusak ringan, 307 fasilitas kesehatan rusak, dan 2.508 fasilitas pendidikan rusak (BNPB, 2013).

Namun pada kenyataanya, belum semua gedung direncanakan tahan gempa dan tidak ada data mengenai kondisi kerentanan gempa untuk gedung-gedung di Indonesia. Hal itu dibuktikan dengan banyaknya bangunan yang mengalami kerusakan dan runtuh saat gempa, tidak terkecuali gedung-gedung instansi seperti Sekolah dan Rumah Sakit yang seharusnya dirancang tahan gempa, sehingga banyaknya korban jiwa yang berjatuh tidak dapat dihindari. Padahal seperti istilah lebih baik mencegah daripada mengobati yang harus kita lakukan, maka diperlukan suatu panduan untuk menilai kerentanan bangunan terhadap gempa yang mudah untuk dilakukan sehingga upaya preventif dapat dilakukan.

Rapid visual screening (RVS) merupakan suatu metode penilaian suatu bangunan terhadap potensi rentan bahaya gempa berdasarkan observasi visual dari eksterior bangunan, interior jika memungkinkan, sehingga pelaksanaannya relatif cepat (ATC, 2002). Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards dijelaskan di FEMA 154. Standar tersebut merupakan pendekatan untuk mengklasifikasikan bangunan menjadi dua, yaitu bangunan aman terhadap gempa atau bangunan rawan terhadap gempa, sehingga diperlukan analisis secara terperinci oleh ahli yang sudah berpengalaman mengenai gempa.

Tugas akhir ini merupakan penerapan RVS untuk bangunan di Indonesia khususnya di zona gempa sedang Indonesia (Surabaya dan Sidoarjo), dimana parameter-parameter yang ada pada form FEMA 154 disesuaikan dengan kondisi alam Indonesia dan zona gempa yang digunakan mengacu pada SNI 1726-2012 tentang gempa, hal ini dimaksudkan agar RVS pada FEMA 154 bisa diterapkan di Indonesia. Sehingga kemudian bisa dijadikan bahan pertimbangan untuk pedoman mengenai sistem penilaian kerentanan gedung terhadap gempa yang sesuai dengan peraturan-peraturan yang ada di Indonesia.

## **1.2 Perumusan Masalah**

### **1.2.1. Permasalahan Utama :**

Bagaimana penggunaan RVS untuk memetakan kerentanan bangunan terhadap gempa di Indonesia (studi kasus di Surabaya dan Sidoarjo) ?

### **1.2.2. Detail Permasalahan :**

1. Bagaimana perencanaan dan pengelolaan RVS?
2. Bagaimana penggunaan formulir dari RVS?
3. Bagaimana studi kasus RVS terhadap bangunan di Surabaya dan Sidoarjo?

### **1.3 Tujuan**

#### **1.3.1. Tujuan Utama:**

Penggunaan RVS untuk menganalisis kerentanan bangunan terhadap gempa di Indonesia (studi kasus di Surabaya dan Sidoarjo).

#### **1.3.2. Detail Tujuan:**

1. Didapat perencanaan dan pengelolaan RVS.
2. Didapat penggunaan formulir dari RVS.
3. Didapat studi kasus RVS terhadap bangunan di Surabaya dan Sidoarjo.

### **1.4 Batasan dan Ruang Lingkup**

1. Teori RVS menggunakan FEMA 154 yang disesuaikan dengan SNI 1726-2012
2. Bangunan yang ditinjau menggunakan parameter FEMA 154 yang telah disesuaikan dengan kondisi Indonesia.
3. Studi kasus yang digunakan adalah bangunan di Surabaya dan Sidoarjo.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Pemetaan kebutuhan rehabilitasi akibat gempa di Indonesia.
2. Sebagai referensi untuk dikembangkan dengan memperhatikan parameter-parameter mendekati kondisi di Indonesia.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Rapid Visual Screening merupakan metode pengumpulan data bangunan secara visual yang dapat diimplementasikan relatif cepat dan murah untuk mengetahui bangunan yang berpotensi berbahaya gempa. Metode pengambilan datanya dengan cara mengitari bangunan dan mengamati fisik bangunan yang hanya memerlukan waktu 15-30 menit (ATC, 2002)

Studi pustaka yang dipakai adalah FEMA 154 tahun 2002 dan SNI 1726 tahun 2012. Yang ditinjau dari FEMA 154 meliputi:

1. Perencanaan dan pengelolaan RVS.
2. Pengumpulan formulir data RVS.
3. Penggunaan hasil dari RVS.
4. Contoh aplikasi dari RVS.

#### **2.2 Pengaplikasian RVS di Beberapa Negara**

Metode Rapid Visual Screening FEMA 154 sudah dilakukan di berbagai negara, metode RVS dirancang untuk dilaksanakan tanpa melakukan perhitungan struktural. RVS dapat secara efektif digunakan untuk mengevaluasi kerentanan sejumlah besar bangunan dengan sedikit usaha komputasi. Melalui jurnal yang berjudul “*Preliminary seismic vulnerability assessment of Mussoorie Town, Uttarakhand (India)*” (Joshi dan Kumar, 2010) yang memodifikasi RVS dari FEMA 154 agar sesuai dengan kondisi lokal untuk mengetahui kerentanan seismik pada bangunan-bangunan di Kota Mussoorie, Uttarakhand, India. Dengan meninjau berbagai parameter struktur bangunan seperti jenis struktur, jumlah lantai, jenis tanah, umur dan jenis atap serta parameter non-struktural seperti hunian, penggunaan dan nama pemilik dikumpulkan selanjutnya, kerentanan seismik setiap bangunan di kota tersebut telah dinilai. , FEMA 154 untuk RVS



dimodifikasi agar sesuai dengan kondisi lokal dan digunakan untuk tujuan ini (Joshi dan Kumar, 2010)

Sebuah penelitian yang hampir sama juga pernah dilakukan di Egypt, melalui jurnal yang berjudul “*A proposed methodology for seismic risk evaluation of existing reinforced school buildings*” (Sobaih dan Nazif, 2012) yang mengaplikasikan FEMA 154 dan beberapa peraturan lain pada beberapa bangunan sekolah di Egypt. Kerentanan seismik sebuah bangunan dapat digambarkan sebagai kerentanan untuk rusak. Resiko gempa didefinisikan sebagai kemampuan bangunan untuk mempertahankan diri dari kerusakan akibat gempa bumi sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

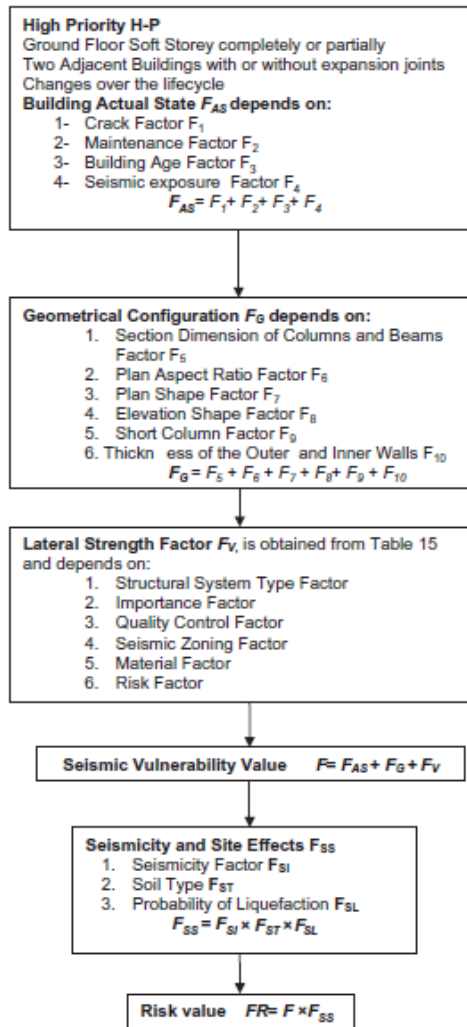
$$\text{Risk level} = \text{Hazard} \times \text{Vulnerability level}$$

Studi lainnya tentang RVS adalah “*A Rapid-Visual-Screening Methodology for the Seismic Vulnerability Assessment of Historic Brick-Masonry Building in Venna*” sebuah studi yang membahas penilaian kerentanan seismik bangunan bata-batu bersejarah di kota Wina berdasarkan yang bertujuan memperkirakan kerentanan bangunan-bangunan bersejarah di bawah beban gempa dan membuat peta kerentanan di daerah tersebut. Sebagian besar bangunan-bangunan ini telah dipertahankan seperti aslinya tanpa perbaikan struktural yang cukup selama beberapa dekade, tetapi masih digunakan sebagai bangunan tempat tinggal. (Achs dan Adam, 2012)

### 2.3 Metodologi Pengaplikasian RVS di Beberapa Negara

Pada jurnal "*Preliminary seismic vulnerability assessment of Mussoorie Town, Uttarakhand (India)*" (Joshi dan Kumar, 2010) selain melakukan prosedur-prosedur RVS pada FEMA 154, zona gempa juga dimodifikasi agar sesuai dengan kondisi di Mussoorie. Dalam studi kasus ini tidak ada data pra-bidang yang tersedia dan beberapa parameter harus didapatkan secara langsung di lapangan. Kerentanan seismik dari jenis bangunan yang berbeda tergantung pada pilihan bahan bangunan.

Selain itu pada jurnal "*A proposed methodology for seismic risk evaluation of existing reinforced school buildings*" (Sobaih dan Nazif, 2012) metode untuk evaluasi kerentanan seismik diklasifikasikan menjadi metode kualitatif dan kuantitatif. Metode evaluasi kualitatif didasarkan terutama pada penilaian ahli dan skala kerusakan yang digunakan dari laporan pengintai pasca gempa untuk menghasilkan data statistik kerusakan. Data Kerusakan digunakan untuk memprediksi dampak gempa bumi di masa depan. Metode evaluasi kuantitatif didasarkan pada metode yang sama yang digunakan untuk konstruksi baru. Pilihan metode yang digunakan tergantung pada kebutuhan, sumber daya, data yang tersedia, jumlah bangunan yang sedang dipertimbangkan dan pengeluaran. Pada jurnal tersebut dijelaskan bahwa kerentanan bangunan dibedakan menjadi tiga kategori yaitu *High Risk* ( $F_R < 1500$ ), *Moderate Risk* ( $F_R = 1500-2000$ ) dan *Low Risk* ( $F_R > 2000$ ). Dimana metode yang digunakan dijelaskan dalam diagram alir  $F_R$  berikut (**Gambar 2.1**)



**Fig. 1** Factors considered in the proposed evaluation methodology.

Gambar 2.1 Diagram Alir  $F_R$

(Sumber: Sobaih dan Nazif, 2012)

Untuk studi bangunan di kota Wina, metodologi RVS diadopsi untuk jenis tertentu dari bangunan mengingat tipologi konsisten dan konsekuen, meningkatkan validitas dan kualitas penilaian seismik. Dalam hubungan ini terdapat dua parameter dari objek yang dievaluasi, yaitu relevansi kerusakan (DR) dan parameter struktural (SP) keseluruhan. Berdasarkan skor yang diperoleh dari parameter ini bangunan diklasifikasikan ke dalam salah satu dari empat kelas kerentanan yang ada. (Achs dan Adam, 2012)

## **2.4 Hasil Pengaplikasian RVS di Beberapa Negara**

Dengan mengaplikasikan FEMA 154 dan beberapa peraturan lain pada beberapa bangunan sekolah di Egypt maka dibuatlah “*Priority List*” yang berupa daftar kerentanan bangunan-bangunan sekolah dari yang paling rentan hingga yang paling aman jika terjadi gempa, sehingga upaya *preventif* pun dapat dilakukan. (Sobaih dan Nazif, 2012) Hasil peta kerentanan memberikan informasi yang berguna untuk keadaan darurat dan perencanaan evakuasi serta untuk identifikasi objek penting rentan terhadap beban gempa. (Achs dan Adam, 2012)

Selain itu melalui jurnal yang berjudul “*Preliminary seismic vulnerability assessment of Mussoorie Town, Uttarakhand (India)*” didapatlah nilai kerentanan setiap bangunan dikota Mussoorie terhadap potensi gempa intensitas VIII atau lebih dalam skala MSK. (Joshi dan Kumar, 2010)

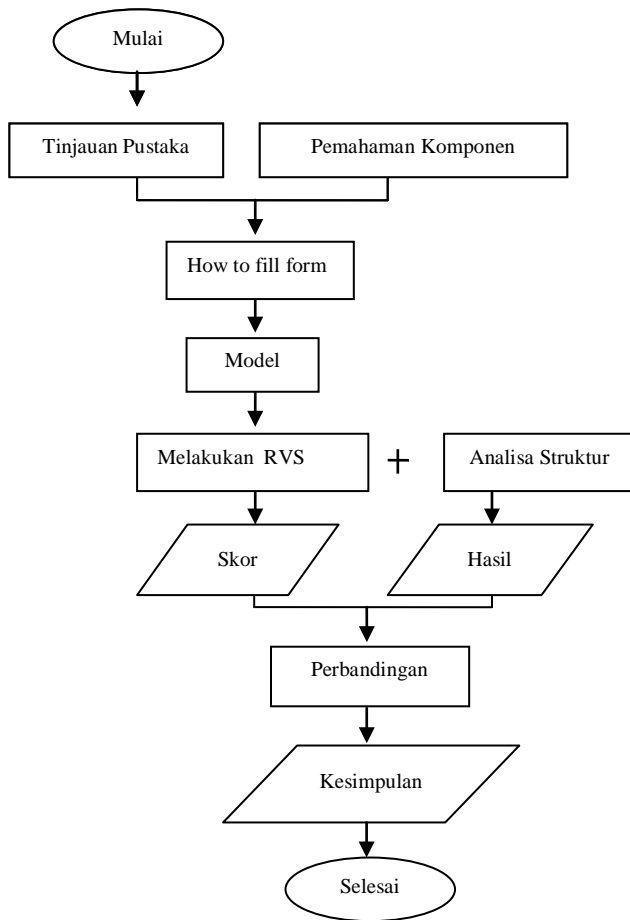
Meskipun tidak sama persis namun dapat diambil kesimpulan bahwa walaupun RVS pada dasarnya dikembangkan untuk tipe konstruksi di Amerika Serikat, namun RVS dapat juga digunakan di berbagai negara setelah dilakukan modifikasi untuk disesuaikan dengan keadaan di negara tersebut. (Joshi dan Kumar, 2010)

*“halaman sengaja dikosongkan”*

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Diagram Alir

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini ditampilkan dalam diagram alir berikut ini (**Gambar 3.1**) :



Gambar 3.1 Diagram Alir

### 3.2 Deskripsi Diagram Alir

Keterangan Diagram Alir Metodologi tersebut adalah sebagai berikut :

1. **Pendahuluan**  
Mempelajari tentang latar belakang , tujuan dan lingkup perencanaan.
2. **Tinjauan Pustaka**  
Tinjauan Pustaka merupakan tahap pengumpulan dasar teori dan konsep yang akan dipakai dalam studi kasus. Yang ditinjau dari FEMA 154 meliputi:
  - (1) Perencanaan dan pengelolaan RVS.
  - (2) Pengumpulan formulir data RVS
  - (3) Penggunaan hasil dari RVS.
  - (4) Contoh aplikasi dari RVS.
3. **Pemahaman Komponen**  
Memahami komponen-komponen RVS yang ada pada FEMA 154 dan kesesuaiannya dengan kondisi di Indonesia.
4. *How to Fill Form*  
Memahami bagaimana cara dan komponen-komponen apa saja yang harus diperhatikan untuk pengisian form RVS sesuai ketentuan pada FEMA 154 pada gedung-gedung yang dituju.
5. **Model**  
Studi kasus yang dipakai adalah bangunan di Surabaya dan Sidoarjo yaitu pada bangunan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Jawa Timur, KOMINFO provinsi Jawa Timur, PT. Alstom Power ESI Surabaya, Bank Permata Surabaya. Pada tahap ini dilakukan pula pencarian data pra lapangan untuk masing-masing gedung. Data-data yang didapatkan saat pengumpulan data pra-lapangan dicatat, dianalisa dan dipahami untuk bekal saat survei lapangan.

6. Melakukan RVS  
Melakukan survei lapangan dan melakukan pengisian form RVS pada studi kasus gedung di Surabaya dan Sidoarjo. Survei lapangan dilakukan dengan observasi visual dari eksterior bangunan, dan interior jika memungkinkan. Pada tahap ini dilakukan pula validasi data pra lapangan yang telah diperoleh dengan kondisi sebenarnya di lapangan
7. Analisis Struktur  
Analisis komponen struktur utama dengan membuat permodelan menggunakan program bantu SAP 2000 dan melakukan kontrol untuk masing-masing gedung sesuai persyaratan yang tertera pada SNI 1726-2012 tentang gempa.
8. Skor Akhir  
Data-data yang didapatkan saat pra-lapangan dan saat pelaksanaan RVS di lapangan di review mengenai skor akhir dari masing-masing bangunan.
9. Hasil  
Hasil analisis komponen struktur utama.
10. Perbandingan  
Melakukan perbandingan antara Skor akhir dengan hasil analisis komponen struktur utama yang diperoleh apakah sesuai atau tidak.
11. Kesimpulan  
Hasil dari beberapa analisa data.



### **3.3. Deskripsi Tinjauan Pustaka**

#### **3.3.1 Perencanaan dan Pengelolaan RVS.**

Ada beberapa langkah yang diperlukan dalam merencanakan dan melaksanakan RVS pada bangunan berpotensi berbahaya gempa. Urutan umum pelaksanaan prosedur RVS meliputi :

1. Perencanaan anggaran dan biaya perkiraan
2. Perencanaan pra-lapangan
3. Pemilihan dan review formulir
4. Kualifikasi dan Pelatihan *Screener*
5. Akuisisi dan review data pra lapangan
6. Review dokumen konstruksi
7. Pelaksanaan RVS di lapangan
8. Memeriksa kualitas dan penerimaan data lapangan dalam Sistem pencatatan

Prosedur dari langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### **1. Perencanaan Anggaran dan Biaya Perkiraan**

Untuk pelaksanaan RVS secara menyeluruh akan diperlukan banyak tenaga, biaya, dan waktu. Banyaknya bangunan yang harus disurvei membuat perlunya banyak tenaga untuk skrining bangunan. Maka diperlukan biaya untuk tenaga skrining, biaya formulir RVS, biaya transportasi, dan biaya keperluan lainnya.

##### **2. Perencanaan Pra-Lapangan**

Perencanaan pra lapangan dan identifikasi area yang akan diskriminasi dengan pencarian data berguna untuk mempermudah saat pelaksanaan di lapangan. Jika beberapa data sudah didapatkan saat perencanaan pra lapangan, maka saat di lapangan hanya perlu melengkapi data yang belum didapatkan saat perencanaan pra lapangan.

Peta profil tanah, meskipun terbatas, akan langsung berguna dalam penyaringan, dan peta tanah potensial longsor, liquefaction potential, dan kerusakan tanah aktif akan berguna

sebagai informasi dasar tentang bahaya relatif di daerah yang berbeda.

### **3. Pemilihan dan Review Formulir**

Pada FEMA 154 ada tiga 3 kotegori formulir RVS, yang dikategorikan berdasarkan tiga wilayah kegempaan, yaitu rendah/low (L), sedang/moderate (M), dan tinggi/high (H). Setiap formulir (lihat contoh, **Gambar 3.2**) terdapat bagian untuk mencatat informasi identifikasi bangunan, menggambar sketsa bangunan (rencana dan tampilan elevasi), melampirkan foto dari bangunan, menunjukkan hunian, jenis tanah, keberadaan terkena bahaya, skor struktural akhir/final score (S) untuk bangunan, keperluan evaluasi yang lebih rinci, dan komentar tambahan.

**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**  
FEMA-154 Data Collection Form

**MODERATE Seismicity**

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Address: _____ Zip _____</p> <p>Other Identifiers _____</p> <p>No. Stories _____ Year Built _____</p> <p>Screener _____ Date _____</p> <p>Total Floor Area (sq. ft.) _____</p> <p>Building Name _____</p> <p>Use _____</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center; padding-top: 50px;"> <p>PHOTOGRAPH</p> </div> </div>															
<p>Scale: _____</p>															
<p><b>OCCUPANCY      SOIL      TYPE      FALLING HAZARDS</b></p>															
Assembly Commercial Emtr. Services		Govt Historic Industrial		Office Residential School		Number of Persons 0 - 10    11 - 100 101-1000    1000+		<b>A</b> Hard Rock <b>B</b> Avg. Rock <b>C</b> Dense Soil <b>D</b> STIFF Soil <b>E</b> Soft Soil <b>F</b> Poor Soil		<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Cladding <input type="checkbox"/> Other: _____					
<p><b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b></p>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (RMF)	S2 (RM)	S3 (LR)	S4 (PC RM)	S5 (LRM RM)	C1 (RMF)	C2 (RM)	C3 (LRM RM)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (PS)	RM2 (MS)	URM
Base Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pro-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.8	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<p><b>FINAL SCORE S</b></p>															
<p>COMMENTS</p>														<p><b>Detailed Evaluation Required</b></p> <p>YES NO</p>	

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
DNK = Do Not Know

BR = Braced frame  
FD = Flexible diaphragm  
LM = Light metal

RMF = Moment-resisting frame  
RC = Reinforced concrete  
RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall  
TU = Tie up  
URM INF = Unreinforced masonry infill

**Gambar 3.2 Contoh Formulir**

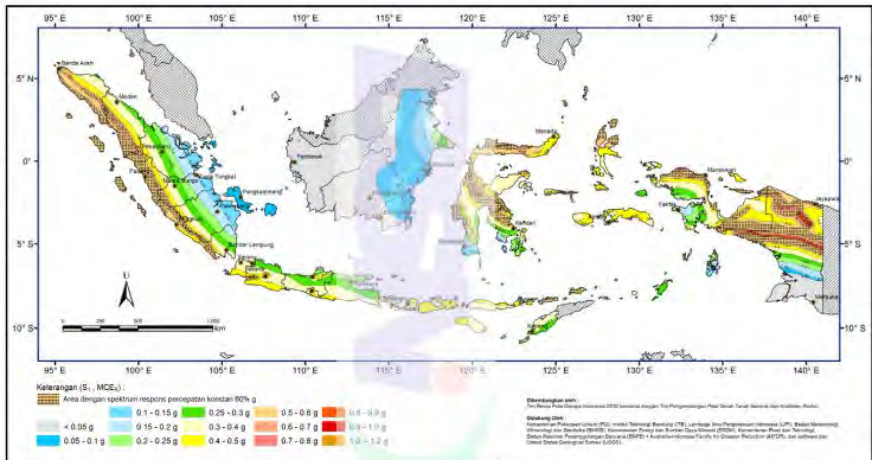
Menurut FEMA 154 pembagian wilayah zona gempa dibagi menjadi 3. Tabel pembagian zona dari FEMA 154 bisa dilihat di **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Tabel zona gempa menurut FEMA 310

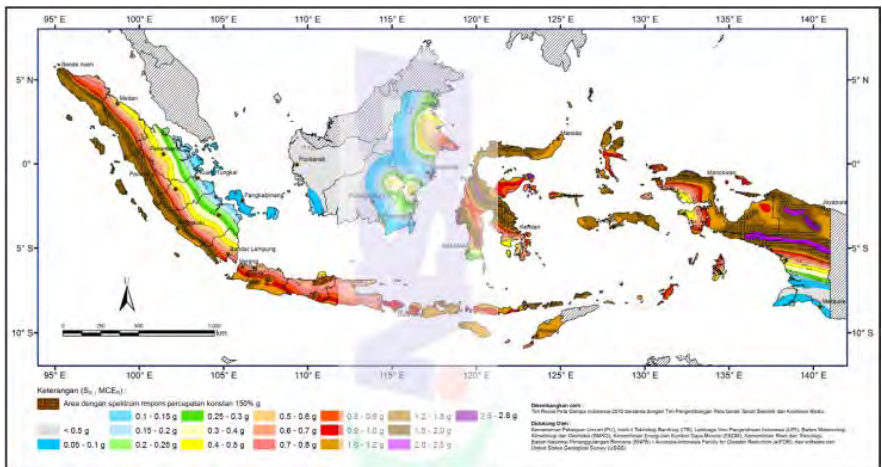
<b>Tabel 2-1</b>	<b>Kawasan kegempaan dengan Percepatan Spektral Sesuai Respon (dari FEMA 310 )</b>	
Daerah seismisitas	Percepatan spektral Respon, SA (shortperiod, atau 0,2 detik)	Percepatan spektral Respon, SA (longperiod atau 1,0 detik )
Rendah	kurang dari 0.167 g (dalam arah horisontal )	kurang dari 0,067 g (dalam arah horisontal )
Moderat	lebih besar atau sama untuk 0.167 g tapi kurang dari 0.500 g (dalam arah horisontal)	lebih besar atau sama untuk 0.067 g tapi kurang dari 0.200 g (dalam arah horisontal )
Tinggi	Lebih besar atau sama untuk 0.500 g (dalam arah horisontal )	lebih besar atau sama untuk 0.200 g (dalam arah horisontal )

Catatan : g = percepatan gravitasi

Untuk pelaksanaan di Indonesia maka harus disesuaikan wilayah gempa yang ada. Maka diperlukan korelasi wilayah gempa pada FEMA 154 dengan peraturan yang berlaku di Indonesia. Pembagian wilayah gempa pada SNI 1726 tahun 2012 untuk long period bisa dilihat pada **Gambar 3.3** dan untuk short period pada **Gambar 3.4**. Sedangkan pembagian wilayah gempa menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) bisa dilihat di **Gambar 3.5**



Gambar 3.3 Pembagian Zona Gempa untuk long period



Gambar 3.4 Pembagian Zona Gempa untuk short period



Gambar 3.5 Peta zona gempa menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana

#### 4. Kualifikasi dan Pelatihan Screener

Untuk pelaksanaan RVS dalam wilayah luas, tidak mungkin dilaksanakan seorang diri. Maka diperlukan screener untuk meninjau bangunan secara menyeluruh. Agar data pada formulir terisi dengan benar dan valid, diperlukan pelatihan untuk para screener. Hal ini dimaksudkan agar screener mengerti dan mudah mensurvei bangunan.

#### 5. Akuisisi dan Review data Pra-Lapangan

Keuntungan jika terdapat database dari bangunan yang akan ditinjau adalah informasi tersebut dapat dicatat dalam format laporan yang dapat dibawa saat survei lapangan. Informasi tentang sistem struktur, usia, kegunaan hunian mungkin tersedia dari database tersebut. Selain itu, data dari skrining dapat ditambahkan ke database dan digunakan untuk tambahan informasi untuk database tersebut. Berikut yang bisa disiapkan selama tahap persiapan:

- File database :  
File database mungkin berisi informasi tentang usia bangunan, luas lantai dan jumlah lantai.
- Gedung Departemen Files :  
Luas dan kelengkapan informasi dalam data bangunan akan bervariasi dari setiap wilayah. Sebagai contoh, di beberapa lokasi semua file lama telah dihapus atau hancur, sehingga tidak ada informasi tentang bangunan yang sudah tua. Secara umum, file (atau mikrofilm) dapat berisi izin, rencana dan perhitungan struktur yang diperlukan untuk arsip pemerintah kota. Kadang-kadang ada informasi hunian dan penggunaannya, tetapi sedikit informasi tentang jenis struktural.
- Database Wilayah :  
Dengan meluasnya penggunaan internet, banyak pemerintah kota menciptakan database elektronik "online " untuk diakses oleh masyarakat umum. Database ini menyediakan informasi umum tentang berbagai situs. Database ini biasanya tidak cukup memberikan informasi spesifik tentang bangunan, namun sudah cukup memberikan beberapa informasi yang bisa berguna untuk RVS skrining.
- Studi Sebelumnya :  
Untuk referensi bisa dicari studi mengenai kerentanan gempa di alamat terkait seperti pencairan atau Potensi longsor.
- Informasi Tanah :  
Jenis tanah memiliki pengaruh besar pada amplitudo dan periode getaran, dan dengan demikian mempengaruhi kerusakan struktural. Karena kondisi tanah tidak dapat langsung diidentifikasi oleh metode visual di lapangan, maka harus dikumpulkan peta geologi dan geoteknik serta informasi lainnya. Semua itu bisa disiapkan selama tahap perencanaan dan dimasukkan catatan untuk digunakan selama RVS.

## **6. Ulasan Dokumen Konstruksi**

Dokumen desain dan konstruksi seharusnya ditinjau sebelum melakukan survei lapangan untuk membantu screener mengidentifikasi.

## **7. Pelaksanaan RVS di Lapangan**

RVS di lapangan harus dilakukan oleh tim yang terdiri dari dua individu. Tim dari dua dianjurkan untuk memberikan kesempatan untuk mendiskusikan isu-isu yang membutuhkan penghakiman dan untuk memudahkan proses pengumpulan data. Jika memungkinkan, salah satu anggota tim harus profesional yang dapat mengidentifikasi sistem lateral force resisting.

Alat atau peralatan yang diperlukan relatif mudah. Hanya memerlukan sebuah kamera, dan peralatan tulis serta formulir RVS.

## **8. Memeriksa Kualitas dan Tampilan**

Memeriksa kualitas data lapangan merupakan langkah terakhir dalam pelaksanaan RVS. Jika data yang disimpan dalam file lain atau berupa amplop yang berisi data untuk masing-masing bangunan yang diskriminasi, atau berupa rekaman video, penting untuk melakukan kajian mendalam dari semua data yang ada. Dianjurkan untuk mereview di bawah pengawasan profesional dengan pengalaman dalam seismik desain.

### **3.3.2 Pengumpulan Formulir RVS**

Pada sub bab ini berisi instruksi tentang cara melengkapi formulir. Diasumsikan bahwa Formulir telah dipilih berdasarkan pada tingkat kegempaan daerah yang akan ditinjau. Formulir diselesaikan untuk setiap bangunan yang ditinjau melalui tahap pelaksanaan berikut:

1. Memeriksa dan memperbarui informasi identifikasi bangunan;
2. Berjalan di sekitar gedung untuk mengidentifikasi ukuran dan bentuknya, serta membuat sketsa bangunan pada formulir;
3. Menentukan dan mencatat kategori hunian;



4. Menentukan jenis tanah, jika tidak diidentifikasi selama proses perencanaan pralapangan;
5. Mengidentifikasi potensi nonstruktural akan terkena bahaya (jika ada);
6. Mengidentifikasi seismic lateral-load resisting (memasuki gedung, jika memungkinkan) dan melingkari skor dasar bahaya struktural pada formulir;
7. Mengidentifikasi dan melingkari sesuai kondisi bangunan pada masing-masing skor modifikasi
8. Menentukan skor akhir (dengan menyesuaikan skor yang telah diidentifikasi pada Langkah 7), dan memutuskan apakah evaluasi lebih rinci diperlukan;
9. Memotret bangunan dan melampirkan foto pada formulir.
10. Bagian Komentar

Prosedur dari langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **Memeriksa dan Memperbarui Informasi Bangunan**

Ruang yang disediakan di bagian kanan pada formulir (lihat **Gambar 3.8**) untuk catatan informasi identifikasi bangunan (yaitu, alamat, nama, jumlah lantai, tahun pembangunan, dan data lainnya). Hal itu dimaksudkan untuk mencatat dan memperbarui informasi saat tahap perencanaan.

**Address:** \_\_\_\_\_ **Zip** \_\_\_\_\_

**Other Identifiers** \_\_\_\_\_

**No. Stories** \_\_\_\_\_ **Year Built** \_\_\_\_\_

**Screener** \_\_\_\_\_ **Date** \_\_\_\_\_

**Total Floor Area (sq. ft.)** \_\_\_\_\_

**Building Name** \_\_\_\_\_

**Use** \_\_\_\_\_

**MODERATE Seismicity**

**Address:** \_\_\_\_\_ **Zip** \_\_\_\_\_

**Other Identifiers** \_\_\_\_\_

**No. Stories** \_\_\_\_\_ **Year Built** \_\_\_\_\_

**Screener** \_\_\_\_\_ **Date** \_\_\_\_\_

**Total Floor Area (sq. ft.)** \_\_\_\_\_

**Building Name** \_\_\_\_\_

**Use** \_\_\_\_\_

**PHOTOGRAPH**

**Scale:** \_\_\_\_\_

OCCUPANCY		SOIL				TYPE								FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons	A	B	C	D	E	F	Unreinforced			Other				
Commercial	Historic	Residential	11-100	Hard	Avg.	Soft	Soft	Soft	Soft	Chimneys	Parapets	Cladding	Other				
Enter. Services	Industrial	School	101-1000	Rock	Dense	Soil	Soil	Soil	Soil								
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>																	
BUILDING TYPE	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM		
			(MP)	(SP)	(LM)	(SC SH)	(S/NK MP)	(MP)	(SP)	(E/M MP)	(TC)		(FC)	(RC)			
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.8	3.4	3.4		
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4		
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.8	N/A	+0.8	N/A		
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5		
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4		
Post-Standard	+1.8	+1.8	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.8	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A		
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4		
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8		
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.0	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6		
<b>FINAL SCORE S</b>																	
<b>COMMENTS</b>														<b>Detailed Evaluation Required</b>			
														<b>YES NO</b>			

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
DNK = Don't Know

BR = Braced frame  
FD = Reinforced diaphragm  
LM = Light metal

MRF = Moment-resisting frame  
RC = Reinforced concrete  
RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall  
TU = Tie up  
URM MP = Unreinforced masonry wall

Gambar 3.6 Bagian Informasi Bangunan pada formulir RVS

Idealnya semua data yang dibutuhkan tersebut diisi, namun yang terpenting adalah alamat dan kode pos. Alamat dan kode pos merupakan hal yang utama karena berguna untuk

pemeriksaan dan analisis ringkasan data jika kemudian diperlukan. Alamat bangunan ini juga berguna untuk arsip/catatan yurisdiksi.

Data yang didapat saat tahap perencanaan bisa ditempel di form, namun harus diverifikasi saat di lapangan. Dan jika data tidak ada saat perencanaan bisa diselesaikan saat di lapangan. Hal-hal yang harus didata adalah jumlah lantai, luas total lantai, tahun pembangunan, dan identitas screener.

## **2. Sketsa dan Elevasi Bangunan**

Sketsa bangunan harus digambarkan pada formulir RVS (lihat **Gambar 3.7**). Pada sketsa tersebut seharusnya menunjukkan tinggi, lebar bangunan dan dimensi-dimensi yang ada. Jika masing-masing sisi bangunan yang berbeda, ketinggian harus sketsa untuk setiap sisi. Jika tidak memungkinkan, setidaknya digambarkan salah satu sisi yang mempunyai bentuk khas. Sketsa harus digambarkan dan menekankan fitur-fitur khusus seperti ada retak atau konfigurasi masalah yang signifikan.

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

**MODERATE Seismicity**

SKETCHES

Address: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories \_\_\_\_\_ Year Built \_\_\_\_\_

Screened \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Total Floor Area (sq. ft.) \_\_\_\_\_

Building Name \_\_\_\_\_

Use \_\_\_\_\_

PHOTOGRAPH

Scale: \_\_\_\_\_

OCCUPANCY		SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS					
Assembly	Govt	Office	Number of Persons	A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Commercial	Historic	Residential	0 - 10	Hard	Aug.	Soft	Soft	Soft	Soft	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:		
Enters, Services	Industrial	School	101-1000	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil	Chimneys					
<b>BASIC SCORE MODIFIERS, AND FINAL SCORE S</b>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
	(W1)	(W2)	(S1)	(S2)	(S3)	(S4)	(S5)	(C1)	(C2)	(C3)	(PC1)	(PC2)	(RM1)	(RM2)	(URM)
Basic Score	5.2	4.8	3.8	3.8	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	-0.4	-0.4	N/A	+0.4	-0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	-0.8	-0.5	-0.8	-0.4	N/A	-0.5	N/A	+0.5	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pro-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.8	+1.8	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.8	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Soil Type D	-0.8	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>FINAL SCORE S</b>															
COMMENTS															
Detailed Evaluation Required															
YES NO															

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 CNR = Do Not Know  
 BR = Braced frame  
 PC = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal  
 MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm  
 SW = Shear wall  
 TS = Tie up  
 URM = Unreinforced masonry infill

Gambar 3.7 Lokasi penggambaran sketsa bangunan pada formulir

### 3. Menentukan Jenis Tanah

Informasi data tanah harusnya dicari saat tahap perencanaan. Jika tidak ada, perlu diidentifikasi jenis tanahnya saat pelaksanaan di lapangan. Jika tidak ada dasar untuk mengklasifikasikan jenis tanah, maka diasumsikan jenis tanah E. Namun, untuk satu lantai atau dua lantai/ bangunan dengan tinggi atap sama dengan atau kurang dari 25 kaki, dapat diasumsikan jenis tanah kelas D ketika kondisinya tidak diketahui. Untuk kalsifikasi jenis tanah bisa dilihat pada **Gambar 3.8** dan

penjelasan masing-masing tipe tanah bisa dilihat di **Gambar 3.9**. Dan untuk klasifikasi jenis tanah menurut peraturan di Indonesia bisa dilihat pada .

															<b>TYPE</b>																																																																																																																																																																																																																																															
															<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>																																																																																																																																																																																																																																												
															Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil																																																																																																																																																																																																																																												
<b>Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards</b> FEMA-154 Data Collection Form																																																																																																																																																																																																																																																														
															<b>Moderate Seismicity</b>  <b>Address:</b> _____ Zip _____  <b>Other Stories:</b> _____ <b>No. Shelters:</b> _____ <b>Year Built:</b> _____ <b>Screened:</b> _____ <b>Date:</b> _____ <b>Total Floor Area (sq. ft.):</b> _____ <b>Building Name:</b> _____ <b>Use:</b> _____																																																																																																																																																																																																																																															
<b>PHOTOGRAPH</b>																																																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left;">OCCUPANCY</th> <th colspan="2" style="text-align: left;">SOIL</th> <th colspan="6" style="text-align: left;">TYPE</th> <th colspan="5" style="text-align: left;">FALLING HAZARDS</th> </tr> <tr> <th style="font-size: 0.8em;">Assembly Commercial Educ. Services</th> <th style="font-size: 0.8em;">Govt. Historic Industrial</th> <th style="font-size: 0.8em;">Office Residential School</th> <th style="font-size: 0.8em;">Number of Persons C-1 - 10     D-11 - 100 101-1000   1000+</th> <th style="font-size: 0.8em;">S1 (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;">S2 (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;">S3 (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;">A (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;">B (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;">C (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;">D (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;">E (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;">F (avg)</th> <th style="font-size: 0.8em;"><input type="checkbox"/> Unanchored Chimneys</th> <th style="font-size: 0.8em;"><input type="checkbox"/> Pipelines</th> <th style="font-size: 0.8em;"><input type="checkbox"/> Caissons</th> <th style="font-size: 0.8em;"><input type="checkbox"/> Other</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="17" style="text-align: center; background-color: #d0d0d0;"> <b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b> </td> </tr> <tr> <th style="font-size: 0.7em;">BUILDING TYPE</th> <th style="font-size: 0.7em;">W1</th> <th style="font-size: 0.7em;">W2</th> <th style="font-size: 0.7em;">S1</th> <th style="font-size: 0.7em;">S2</th> <th style="font-size: 0.7em;">S3</th> <th style="font-size: 0.7em;">S4</th> <th style="font-size: 0.7em;">T1</th> <th style="font-size: 0.7em;">T2</th> <th style="font-size: 0.7em;">T3</th> <th style="font-size: 0.7em;">PC1</th> <th style="font-size: 0.7em;">PC2</th> <th style="font-size: 0.7em;">PC3</th> <th style="font-size: 0.7em;">RSH1</th> <th style="font-size: 0.7em;">RSH2</th> <th style="font-size: 0.7em;">RSH3</th> <th style="font-size: 0.7em;">UTM</th> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Basic Score</td> <td>5.2</td> <td>4.8</td> <td>3.6</td> <td>3.6</td> <td>3.8</td> <td>3.8</td> <td>3.6</td> <td>3.6</td> <td>3.6</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.4</td> <td>3.4</td> <td>3.4</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Mid-Rise (4 to 7 stories)</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>+0.4</td> <td>N/A</td> <td>+0.4</td> <td>N/A</td> <td>+0.4</td> <td>-0.2</td> <td>+0.4</td> <td>+0.2</td> <td>N/A</td> <td>-0.4</td> <td>+0.4</td> <td>+0.4</td> <td>+0.4</td> <td>+0.4</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">High-Rise (&gt;7 stories)</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>+1.4</td> <td>N/A</td> <td>+1.4</td> <td>N/A</td> <td>+0.8</td> <td>-0.5</td> <td>+0.8</td> <td>+0.4</td> <td>N/A</td> <td>-0.8</td> <td>N/A</td> <td>+0.8</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Vertical Irregularity</td> <td>-3.5</td> <td>-1.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>N/A</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>N/A</td> <td>-1.5</td> <td>-2.0</td> <td>-1.5</td> <td>-1.5</td> <td>-1.5</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Plan Irregularity</td> <td>-5.5</td> <td>-4.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Flexibility</td> <td>0.0</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.2</td> <td>-1.0</td> <td>-0.4</td> <td>-1.0</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Post-Sandstorm</td> <td>+1.6</td> <td>+1.6</td> <td>+1.4</td> <td>+1.4</td> <td>N/A</td> <td>+1.2</td> <td>N/A</td> <td>+1.2</td> <td>+1.6</td> <td>N/A</td> <td>+1.8</td> <td>N/A</td> <td>2.0</td> <td>+1.8</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Soft Soil Type C</td> <td>-2.2</td> <td>-4.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Soft Soil Type D</td> <td>-4.8</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">Soft Soil Type E</td> <td>-2.2</td> <td>-1.8</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> </tr> </tbody> </table>																	OCCUPANCY				SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS					Assembly Commercial Educ. Services	Govt. Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons C-1 - 10     D-11 - 100 101-1000   1000+	S1 (avg)	S2 (avg)	S3 (avg)	A (avg)	B (avg)	C (avg)	D (avg)	E (avg)	F (avg)	<input type="checkbox"/> Unanchored Chimneys	<input type="checkbox"/> Pipelines	<input type="checkbox"/> Caissons	<input type="checkbox"/> Other	<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>																	BUILDING TYPE	W1	W2	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	PC1	PC2	PC3	RSH1	RSH2	RSH3	UTM	Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.8	3.6	3.6	3.6	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4	Mid-Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	N/A	+0.4	N/A	+0.4	-0.2	+0.4	+0.2	N/A	-0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	High-Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	N/A	+1.4	N/A	+0.8	-0.5	+0.8	+0.4	N/A	-0.8	N/A	+0.8	N/A	N/A	Vertical Irregularity	-3.5	-1.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5	-1.5	Plan Irregularity	-5.5	-4.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	Flexibility	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	Post-Sandstorm	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A	N/A	Soft Soil Type C	-2.2	-4.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	Soft Soil Type D	-4.8	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	Soft Soil Type E	-2.2	-1.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
OCCUPANCY				SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS																																																																																																																																																																																																																																																		
Assembly Commercial Educ. Services	Govt. Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons C-1 - 10     D-11 - 100 101-1000   1000+	S1 (avg)	S2 (avg)	S3 (avg)	A (avg)	B (avg)	C (avg)	D (avg)	E (avg)	F (avg)	<input type="checkbox"/> Unanchored Chimneys	<input type="checkbox"/> Pipelines	<input type="checkbox"/> Caissons	<input type="checkbox"/> Other																																																																																																																																																																																																																																														
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>																																																																																																																																																																																																																																																														
BUILDING TYPE	W1	W2	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	PC1	PC2	PC3	RSH1	RSH2	RSH3	UTM																																																																																																																																																																																																																																														
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.8	3.6	3.6	3.6	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4																																																																																																																																																																																																																																														
Mid-Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	N/A	+0.4	N/A	+0.4	-0.2	+0.4	+0.2	N/A	-0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4																																																																																																																																																																																																																																														
High-Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	N/A	+1.4	N/A	+0.8	-0.5	+0.8	+0.4	N/A	-0.8	N/A	+0.8	N/A	N/A																																																																																																																																																																																																																																														
Vertical Irregularity	-3.5	-1.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5	-1.5																																																																																																																																																																																																																																														
Plan Irregularity	-5.5	-4.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5																																																																																																																																																																																																																																														
Flexibility	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4																																																																																																																																																																																																																																														
Post-Sandstorm	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A	N/A																																																																																																																																																																																																																																														
Soft Soil Type C	-2.2	-4.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8																																																																																																																																																																																																																																														
Soft Soil Type D	-4.8	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2																																																																																																																																																																																																																																														
Soft Soil Type E	-2.2	-1.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0																																																																																																																																																																																																																																														
<b>FINAL SCORE, S</b>																																																																																																																																																																																																																																																														
<b>COMMENTS</b>																																																																																																																																																																																																																																																														

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know

S1 = Braced frame      S2 = Reinforced masonry      S3 = Stone wall  
 F = Flexible diaphragm      PC = Reinforced concrete      T1 = Tie up  
 LNE = Light metal      RSH = Reinforced steel      UTM = Unreinforced masonry tilt

**YES NO**

Gambar 3.8 Lokasi pencatatan informasi jenis tanah pada Formulir

### Soil Type Definitions and Related Parameters

The six soil types, with measurable parameters that define each type, are:

**Type A** (hard rock): measured shear wave velocity,  $v_s > 5000$  ft/sec.

**Type B** (rock):  $v_s$  between 2500 and 5000 ft/sec.

**Type C** (soft rock and very dense soil):  $v_s$  between 1200 and 2500 ft/sec, or standard blow count  $N > 50$ , or undrained shear strength  $s_u > 2000$  psf.

**Type D** (stiff soil):  $v_s$  between 600 and 1200 ft/sec, or standard blow count  $N$  between 15 and 50, or undrained shear strength,  $s_u$  between 1000 and 2000 psf.

**Type E** (soft soil): More than 100 feet of soft soil with plasticity index  $PI > 20$ , water content  $w > 40\%$ , and  $s_u < 500$  psf, or a soil with  $v_s \leq 600$  ft/sec.

**Type F** (poor soil): Soils requiring site-specific evaluations:

- Soils vulnerable to potential failure or collapse under seismic loading, such as liquefiable soils, quick and highly-sensitive clays, collapsible weakly-cemented soils.
- Peats or highly organic clays ( $H > 10$  feet of peat or highly organic clay, where  $H$  = thickness of soil.).
- Very high plasticity clays ( $H > 25$  feet with  $PI > 75$ ).
- More than 120 ft of soft or medium stiff clays.

The parameters  $v_s$ ,  $N$ , and  $s_u$  are, respectively, the average values (often shown with a bar above) of shear wave velocity, Standard Penetration Test (SPT) blow count and undrained shear strength of the upper 100 feet of soils at the site.

Gambar 3.9 Penjelasan tipe tanah

Tabel 3.2 Klasifikasi jenis tanah sesuai SNI 1726-2012

Kelas situs	$\bar{v}_v$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	$< 175$ Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ , 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ , 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$ ) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

#### 4. Menentukan dan Mendokumentasikan Informasi Hunian

Dua bagian informasi yang dibutuhkan untuk informasi hunian, yaitu kegunaan bangunan, dan perkiraan jumlah orang yang menempati bangunan. Pembagian kelas hunian (**Gambar 3.10**) dijelaskan di bawah ini (dengan indikasi umum beban hunian) :

- *Gedung pertemuan*: tempat publik di mana 300 orang atau lebih mungkin berkumpul dalam satu ruangan pada waktu yang sama. Contohnya adalah teater, auditorium, pusat-pusat komunitas, dan gereja. (beban hunian bervariasi yaitu sebanyak 1 orang per  $m^2$ , tergantung pada kondisi duduk tetap atau bergerak).
- *Komersial*. Hunian komersial seperti contohnya bisnis ritel dan grosir, lembaga keuangan, restoran, struktur tempat parkir dan masih banyak lagi. (beban hunian bervariasi, yaitu 1 orang per 5 sampai 19  $m^2$ ).

- *Layanan darurat.* Kelas ini didefinisikan sebagai fasilitas yang mungkin diperlukan dalam bencana besar termasuk kantor polisi, rumah sakit, dan pusat komunikasi. (beban hunian biasanya 1 orang per 9 m<sup>2</sup>).
- *Gedung pemerintahan.* (Beban hunian bervariasi, gunakan 1 orang per 9 sampai 19 m<sup>2</sup>).
- *Industrial.* Hunian industri ini salah satu contohnya adalah pabrik. (Biasanya, beban huniannya 1 orang per 19 m<sup>2</sup> kecuali gudang, yang mungkin 1 orang per 46 m<sup>2</sup>)
- *Perkantoran.*(menggunakan 1 orang per 9 sampai 19 m<sup>2</sup>).
- *Perumahan.* Kelas hunian ini mengacu pada bangunan tempat tinggal seperti rumah, townhouse, asrama, motel, hotel, apartemen dan kondominium. (Jumlah orang untuk hunian perumahan bervariasi dari sekitar 1 orang per 28 m<sup>2</sup> untuk rumah, 1 orang per 19 m<sup>2</sup> untuk hotel dan apartemen, dan 1 orang per 9 m<sup>2</sup> untuk asrama).
- *School.* Kelas hunian ini mencakup semua fasilitas pendidikan publik dan swasta dari taman kanak-kanak sampai tingkat universitas. (Beban hunian bervariasi, gunakan 1 orang per 5 sampai 9 m<sup>2</sup>).



OCCUPANCY				SOIL			
Assembly	Govt	Office		Number of Persons			
Commercial	Historic	Residential		0 - 10		11 - 100	
Emer. Services	Industrial	School		101-1000		1000+	

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

FEMA-154 Data Collection Form

Address: \_\_\_\_\_

City: \_\_\_\_\_

State: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories \_\_\_\_\_ Year Built \_\_\_\_\_

Screener \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Total Floor Area (sq. ft.) \_\_\_\_\_

Building Name \_\_\_\_\_

Use \_\_\_\_\_

**MODERATE** Seismicity

PHOTOGRAPH

OCCUPANCY		SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS					
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons 0 - 10 11 - 100 101-1000 1000+	A Hard Rock	B Avg. Rock	C Dense Soil	D Soft Soil	E Soft Soil	F Poor Soil	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys	<input type="checkbox"/> Parapets	<input type="checkbox"/> Cladding	Other: <input type="checkbox"/>		
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	S4 (mm)	C1 (mm)	C2 (mm)	C3 (mm)	PC1 (mm)	PC2 (mm)	RM1 (mm)	RM2 (mm)	WM	
Basic Score	5.2	4.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.0	3.8	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.8	N/A	+0.8	
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5	
Plan Irregularity	-4.5	-4.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
Pre-Code	1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	
Post-Driftstream	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-0.8	
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	
FINAL SCORE S															
COMMENTS															

\* = Estimated, subjective, or unreliable data

DNK = Don't Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = Moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

TU = Tie up

UMR = Unreinforced masonry infill

Detailed Evaluation Required

YES NO

Gambar 3.10 Bagian Informasi hunian pada formulir RVS

## 5. Mengidentifikasi Potensi Terkena Bahaya Non-Struktural

Bangunan sekunder/nonstruktural biasanya tidak direncanakan kekuatan strukturnya, sehingga dapat menimbulkan bahaya. Macam-macam pilihan bangunan nonstruktural (lihat **Gambar 3.11**) yang bisa membahayakan adalah:

- *Unreinforced Chimneys*. Cerobong asap yang umumnya dari pasangan bata dan kayu. Cerobong asap tanpa perkuatan pondasi biasanya roboh saat terkena guncangan. Jika ragu apakah cerobong asap itu diperkuat dengan pondasi atau tidak maka dianggap tanpa perkuatan pondasi.
- *Parapets*. Parapet adalah barrier berbentuk dinding pada ujung atap, teras, balkon dan struktur lain. Jika berada di atas atap, maka parapet adalah bagian dari dinding eksterior yang menerus ke atas permukaan atap atau terusan dari bagian bangunan di bawahnya, berupa dinding pencegah api
- *Heavy Cladding*. Cladding adalah struktur eksterior pada bangunan yang dipasang pada dinding luar sebagai finishing. Heavy Cladding biasanya terbuat dari beton pracetak atau batu yang memiliki kemungkinan untuk jatuh dari gedung saat terjadi gempa jika tidak benar-benar terpasang dengan kuat. Kaca tidak termasuk heavy cladding pada metode RVS.

**FALLING HAZARDS**

☐ Unreinforced Chimneys
 ☐ Parapets
 ☐ Cladding
 ☐ Other: \_\_\_\_\_

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

**MODERATE Seismicity**

Address: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

Color Identifiers: \_\_\_\_\_

No. Stories: \_\_\_\_\_ Year Built: \_\_\_\_\_

Screened: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Total Floor Area (sq. ft.): \_\_\_\_\_

Building Name: \_\_\_\_\_

Use: \_\_\_\_\_

PHOTOGRAPH

Scale: \_\_\_\_\_

OCCUPANCY		SOIL		TYPE		FALLING HAZARDS									
Assembly	Govt. Historic	Office Residential	Number of Persons	A Hard Rock	B Dense Soil	C Soft Soil	D E F	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other				
Commercial	Encl. Services	School	0-10 11-100 101-1000 1000+												
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pen Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Driftment	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>FINAL SCORE, S</b>															
COMMENTS												Detailed Evaluation Required YES NO			

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DK = Do Not Know

BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal

MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall  
 TU = Tie up  
 URM = Unreinforced masonry infill

Gambar 3.11 Bagian kerentanan bahaya pada formulir RVS

## 6. Mengidentifikasi Skor Struktural Dasar

Salah satu faktor penilaian dari RVS adalah sistem lateral load resisting. Kemudian diasumsikan bahwa sistem lateral load resisting merupakan model jenis bangunan yang telah diidentifikasi dalam FEMA 310. Lima belas jenis bangunan yang digunakan dalam Prosedur RVS (lihat **Gambar 3.12**) meliputi:

1. Rangka kayu - Perumahan dan bangunan komersial dengan luas lebih kecil  $465 \text{ m}^2$  (W1)
2. Rangka kayu - Bangunan dengan luas lebih besar dari  $465 \text{ m}^2$  (W2)
3. Bangunan baja dengan rangka pemikul momen (S1)
4. Bangunan rangka baja dengan bracing (S2)
5. Bangunan light metal (S3)
6. Bangunan rangka baja dengan *shear wall* beton cor di tempat (S4)
7. Bangunan rangka baja dengan dinding pasangan bata tanpa perkuatan (S5)
8. Bangunan beton dengan rangka pemikul momen (C1)
9. Bangunan beton dengan dinding geser/ *shear wall* (C2)
10. Bangunan beton dengan dinding pasangan bata tanpa perkuatan (C3)
11. Bangunan Tilt -up (PC1)
12. Bangunan rangka beton pracetak (PC2)
13. Bangunan batu diperkuat dengan lantai fleksibel dan atap diafragma (RM1)
14. Bangunan batu diperkuat dengan lantai kaku dan atap diafragma (RM2)
15. Pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing - wall (URM)

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S																																																																																									
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (RC)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM																																																																										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <b>Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards</b>            FEMA-154 Data Collection Form         </div> <div> <b>MODERATE Seismicity</b> </div> </div>																																																																																									
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 10px;">           Address: _____ Zip: _____            Other Identifiers: _____            No. Stories: _____ Year Built: _____            Screener: _____ Date: _____            Total Floor Area (sq. ft.): _____            Building Name: _____            Use: _____         </div> </div>																																																																																									
PHOTOGRAPH																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">OCCUPANCY</th> <th colspan="2">SOIL</th> <th colspan="6">TYPE</th> <th colspan="3">FALLING HAZARDS</th> </tr> <tr> <th>Assembly</th> <th>Commercial</th> <th>Govt. Services</th> <th>Office</th> <th>Number of Persons</th> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <th>Industrial</th> <th>Residential</th> <th>School</th> <th>11-100</th> <th>101-1000</th> <th>1000+</th> <th>Hard Rock</th> <th>Avg. Dense Soil</th> <th>Soft Soil</th> <th>Soft Soil</th> <th>Soft Soil</th> <th>Soft Soil</th> <th>Unreinforced Chimneys</th> <th>Parapets</th> <th>Cladding</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>															OCCUPANCY				SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			Assembly	Commercial	Govt. Services	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F				Industrial	Residential	School	11-100	101-1000	1000+	Hard Rock	Avg. Dense Soil	Soft Soil	Soft Soil	Soft Soil	Soft Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OCCUPANCY				SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS																																																																													
Assembly	Commercial	Govt. Services	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F																																																																														
Industrial	Residential	School	11-100	101-1000	1000+	Hard Rock	Avg. Dense Soil	Soft Soil	Soft Soil	Soft Soil	Soft Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding																																																																											
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>																																																																																									
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (RC)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM																																																																										
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4																																																																										
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.3	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4																																																																										
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.3	+0.3	+0.3	+0.4	N/A	+0.5	N/A	+0.5	N/A																																																																										
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5																																																																										
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5																																																																										
Pro-Code	9.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4																																																																										
Post-Landmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A																																																																										
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4																																																																										
Soil Type D	-0.8	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8																																																																										
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6																																																																										
<b>FINAL SCORE S</b>																																																																																									
COMMENTS														Detailed Evaluation Required YES NO																																																																											

\* -- Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know  
 BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal  
 MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RC = Rigid diaphragm  
 SW = Shear wall  
 TU = Tie up  
 URM INF = Unreinforced masonry infill

Gambar 3.12 Bagian basic skor pada formulir RVS

## 7. Mengidentifikasi Kinerja Seismik dan mencatat modifikasi skor

Bagian ini membahas faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja struktural secara signifikan selama gempa bumi. Skor modifikasi bervariasi berdasarkan tingkat keparahan dampak pada kinerja struktural (lihat **Gambar 3.13**). Faktor-faktor yang dinilai meliputi:

- **Mid-Rise Buildings**  
Jika bangunan memiliki lantai 4 sampai 7 dianggap sebagai mid-rise building
- **High-Rise Buildings**  
Jika bangunan memiliki banyak lantai 8 atau lebih dianggap sebagai bangunan bertingkat tinggi.
- **Vertikal Irregularity**  
Jika bangunan berbentuk tidak teratur secara vertikal, atau jika beberapa dinding tidak vertikal, maka lingkari pada skor modifikasi. Kondisi ketidakaturannya bisa dilihat di **Gambar 3.14**
- **Plan Irregularity**  
Jika bangunan bentuk denahnya tidak teratur dengan bentuk E, L, T, U, atau berbentuk + (lihat **Gambar 3.15**).
- **Pre-Code**  
Untuk wilayah kegempaan sedang dan tinggi, skor modifikasi ini berlaku jika bangunan yang ditinjau dirancang dan dibangun sebelum diterapkannya kode awal seismik yang berlaku untuk jenis bangunan itu. Jika dirasa kesulitan untuk menentukan tahun diterapkannya kode seismik yang berlaku di wilayah tersebut, maka dapat digunakan default tahun yang telah ditetapkan yaitu tahun 1941 untuk semua jenis bangunan (NIBS, 1999) kecuali jenis PC1 yaitu 1973. (ICBO, 1973). Sedangkan pada tugas akhir ini dilakukan penyesuaian dengan peraturan yang berlaku di Indonesia, dimana skor modifikasi ini berlaku untuk gedung-gedung yang desain dengan menggunakan peraturan pembebanan, kayu, beton dan baja sebelum mengikuti peraturan Amerika.

- Post-Benchmark

Untuk wilayah kegempaan sedang dan tinggi, skor modifikasi ini berlaku jika bangunan yang ditinjau dirancang dan dibangun setelah kode awal seismik yang berlaku untuk jenis bangunan itu telah ditingkatkan. Benchmark Year untuk RVS menurut FEMA dapat dilihat pada **Tabel 3.3**. Sedangkan pada tugas akhir ini dilakukan penyesuaian dengan peraturan gempa Indonesia, dimana skor modifikasi ini berlaku untuk gedung-gedung yang desain dengan menggunakan peraturan gempa tahun 1989 keatas (SNI 1726-1989, SNI 1726-2002, SNI 1726-2012).

Tabel 3.3 Tabel Benchmark Year untuk RVS menurut FEMA 310

<b>Tabel 2-2 . Tahun patokan untuk RVS Prosedur Jenis Bangunan ( berdasarkan FEMA 310 )</b>				
Tipe Bangunan	<u>Model Building Seismic Ketentuan Desain</u>			
	BOCA	SBCC	UBC	NEHRP
W1 : kayu -frame bangunan perumahan dan komersial Cahaya lebih kecil dari atau sama dengan 5.000 kaki persegi	1992	1993	1976	1985
W2 : Cahaya bangunan kayu - frame yang lebih besar dari 5.000 persegi kaki	1992	1993	1976	1985
S1 : Baja kerangka bangunan saat - menolak	**	**	1994	**
S2 : menguatkan bangunan rangka baja	1992	1993	1988	1991
S3 : bangunan logam ringan	*	*	*	*
S4 : kerangka bangunan baja dengan cast-in -place geser beton dinding	1992	1993	1976	1985
S5 : kerangka bangunan baja dengan tanpa tulangan batu infill dinding	*	*	*	*
C1 : kerangka bangunan Beton saat – menolak	1992	1993	1976	1985



Tabel 3.3 Tabel Benchmark Year untuk RVS menurut FEMA 310 (lanjutan)

<b>Tabel 2-2 . Tahun patokan untuk RVS Prosedur Jenis Bangunan ( berdasarkan FEMA 310 )</b>				
Tipe Bangunan	<u>Model Building Seismic Ketentuan Desain</u>			
	BOCA	SBCC	UBC	NEHRP
C2 : Beton bangunan geser –dinding	1992	1993	1976	1985
C3 : kerangka bangunan beton dengan batu tanpa tulangan dinding pengisi	*	*	*	*
PC1 : bangunan Tilt - up	*	*	*	*
PC2 : kerangka bangunan beton Precast	*	*	1997	*
RM1 : bangunan batu Diperkuat dengan lantai fleksibel dan diafragma atap	*	*	*	*
RM2 : bangunan batu Diperkuat dengan lantai yang kaku dan atap diafragma	1992	1993	1976	1985
URM : bangunan bantalan - dinding pasangan bata tanpa tulangan	*	*	1991	*

\* Tidak tahun patokan ; \*\* kontak departemen bangunan lokal untuk tahun patokan

BOCA : Pejabat Gedung dan Administrator Kode , National Building Code

SBCC : Bangunan Southern Kode Kongres , Standard Building Code .

UBC : Konferensi Internasional Pejabat Bangunan, Uniform Building Code

NEHRP : Gempa Nasional Hazard Reduction Program, FEMA 302 Direkomendasikan Ketentuan Pengembangan Seismic Peraturan untuk Bangunan Baru

- Soil Type C, D, or E

Skor modifikasi disediakan untuk Jenis Tanah C , D , dan E. Jika tidak tersedia data atau bimbingan yang memadai selama tahap perencanaan untuk mengklasifikasikan jenis tanah, harus diasumsikan jenis tanah E. Namun, untuk bangunan satu atau dua lantai dengan tinggi atap sama dengan atau kurang dari 25 meter, dapat diasumsikan jenis tanah kelas D.

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S																
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (SR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM MRF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM MRF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	
Basic Score	5.2	4.8	3.8	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4	
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4	
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.8	N/A	+0.8	N/A	
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5	
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A	
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4	
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.8	-1.6	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

**MODERATE Seismicity**

Address: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories \_\_\_\_\_ Year Built \_\_\_\_\_

Screened \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Total Floor Area (sq. ft.) \_\_\_\_\_

Building Name \_\_\_\_\_

Use \_\_\_\_\_

PHOTOGRAPH

Scale: \_\_\_\_\_

OCCUPANCY		SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Office	Residential	Industrial	A Rock	B Soft Rock	C Dense Soil	D Soft Soil	E Poor Soil	F Fill	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys	<input type="checkbox"/> Pipelines	<input type="checkbox"/> Cables	<input type="checkbox"/> Other
Assembly	Office	Residential	Industrial	1-15	16-100	101-1000	1000+						

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S																
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (SR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM MRF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM MRF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	
Basic Score	5.2	4.8	3.8	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4	
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4	
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.8	N/A	+0.8	N/A	
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5	
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A	
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4	
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.8	-1.6	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	

**FINAL SCORE, S**

COMMENTS	Detailed Evaluation Required
YES	NO

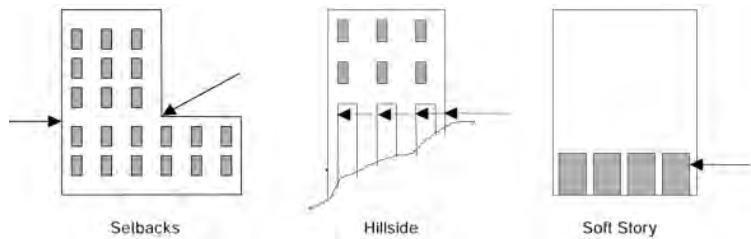
\* Estimated, subjective, or unreliable data  
DNK = Do Not Know

SR = Stamped frame  
FD = Flexible diaphragm  
LM = Light metal

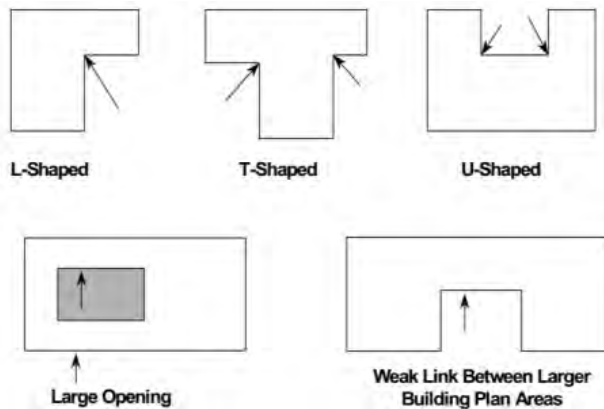
MRF = Moment-resisting frame  
RC = Reinforced concrete  
RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall  
TU = Tie up  
URM MRF = Unreinforced masonry mfr

Gambar 3.13 Bagian basic skor pada formulir RVS



Gambar 3.14 Ketidak teraturan secara vertikal



Gambar 3.15 Ketidak teraturan secara datar

## 8. Menentukan Skor Akhir

Final Score Struktural (S) didapatkan dengan menambahkan skor-skor dasar struktural dan skor kerentanan bangunan tersebut. Hasil tersebut dicatat pada kolom formulir yang berjudul "Final Score". Berdasarkan hasil tersebut screener dapat memutuskan apakah bangunan tersebut aman atau memerlukan evaluasi lebih rinci yang kemudian dicatat pada lingkaran "YES" atau "NO" di kolom kanan bawah (lihat **Gambar 3.16**).

FINAL SCORE S																																																																																																																																																																																																																																																	
COMMENTS	Detailed Evaluation Required YES NO																																																																																																																																																																																																																																																
<p>Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA-154 Data Collection Form</p> <p style="text-align: right;"><b>MODERATE Seismicity</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Address: _____ Zip: _____</p> <p>Other Identifiers: _____</p> <p>No. Stories: _____ Year Built: _____</p> <p>Severest: _____ Date: _____</p> <p>Total Floor Area (sq. ft.): _____</p> <p>Building Name: _____</p> <p>Use: _____</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>PHOTOGRAPH</p> </div> </div> <p>Scale: _____</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">OCCUPANCY</th> <th colspan="2">SOIL</th> <th colspan="2">TYPE</th> <th colspan="2">FALLING HAZARDS</th> </tr> <tr> <th>Residential</th> <th>Commercial</th> <th>Industrial</th> <th>School</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> <tr> <th>1-100</th> <th>101-1000</th> <th>1000+</th> <th>1000+</th> <th>Hard Rock</th> <th>Soft Rock</th> <th>Stiff Soil</th> <th>Soft Soil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE S</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>BUILDING TYPE</th> <th>W1</th> <th>W2</th> <th>W3</th> <th>W4</th> <th>W5</th> <th>W6</th> <th>W7</th> <th>W8</th> <th>W9</th> <th>W10</th> <th>W11</th> <th>W12</th> <th>W13</th> <th>W14</th> <th>W15</th> <th>W16</th> <th>W17</th> <th>W18</th> <th>W19</th> <th>W20</th> <th>W21</th> <th>W22</th> <th>W23</th> <th>W24</th> <th>W25</th> <th>W26</th> <th>W27</th> <th>W28</th> <th>W29</th> <th>W30</th> <th>W31</th> <th>W32</th> <th>W33</th> <th>W34</th> <th>W35</th> <th>W36</th> <th>W37</th> <th>W38</th> <th>W39</th> <th>W40</th> <th>W41</th> <th>W42</th> <th>W43</th> <th>W44</th> <th>W45</th> <th>W46</th> <th>W47</th> <th>W48</th> <th>W49</th> <th>W50</th> <th>W51</th> <th>W52</th> <th>W53</th> <th>W54</th> <th>W55</th> <th>W56</th> <th>W57</th> <th>W58</th> <th>W59</th> <th>W60</th> <th>W61</th> <th>W62</th> <th>W63</th> <th>W64</th> <th>W65</th> <th>W66</th> <th>W67</th> <th>W68</th> <th>W69</th> <th>W70</th> <th>W71</th> <th>W72</th> <th>W73</th> <th>W74</th> <th>W75</th> <th>W76</th> <th>W77</th> <th>W78</th> <th>W79</th> <th>W80</th> <th>W81</th> <th>W82</th> <th>W83</th> <th>W84</th> <th>W85</th> <th>W86</th> <th>W87</th> <th>W88</th> <th>W89</th> <th>W90</th> <th>W91</th> <th>W92</th> <th>W93</th> <th>W94</th> <th>W95</th> <th>W96</th> <th>W97</th> <th>W98</th> <th>W99</th> <th>W100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Basic Score</td> <td>5.0</td> <td>4.0</td> <td>3.0</td> <td>2.0</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> <td>-1.0</td> <td>-2.0</td> <td>-3.0</td> <td>-4.0</td> <td>-5.0</td> <td>-6.0</td> <td>-7.0</td> <td>-8.0</td> <td>-9.0</td> <td>-10.0</td> <td>-11.0</td> <td>-12.0</td> <td>-13.0</td> <td>-14.0</td> <td>-15.0</td> <td>-16.0</td> <td>-17.0</td> <td>-18.0</td> <td>-19.0</td> <td>-20.0</td> <td>-21.0</td> <td>-22.0</td> <td>-23.0</td> <td>-24.0</td> <td>-25.0</td> <td>-26.0</td> <td>-27.0</td> <td>-28.0</td> <td>-29.0</td> <td>-30.0</td> <td>-31.0</td> <td>-32.0</td> <td>-33.0</td> <td>-34.0</td> <td>-35.0</td> <td>-36.0</td> <td>-37.0</td> <td>-38.0</td> <td>-39.0</td> <td>-40.0</td> <td>-41.0</td> <td>-42.0</td> <td>-43.0</td> <td>-44.0</td> <td>-45.0</td> <td>-46.0</td> <td>-47.0</td> <td>-48.0</td> <td>-49.0</td> <td>-50.0</td> <td>-51.0</td> <td>-52.0</td> <td>-53.0</td> <td>-54.0</td> <td>-55.0</td> <td>-56.0</td> <td>-57.0</td> <td>-58.0</td> <td>-59.0</td> <td>-60.0</td> <td>-61.0</td> <td>-62.0</td> <td>-63.0</td> <td>-64.0</td> <td>-65.0</td> <td>-66.0</td> <td>-67.0</td> <td>-68.0</td> <td>-69.0</td> <td>-70.0</td> <td>-71.0</td> <td>-72.0</td> <td>-73.0</td> <td>-74.0</td> <td>-75.0</td> <td>-76.0</td> <td>-77.0</td> <td>-78.0</td> <td>-79.0</td> <td>-80.0</td> <td>-81.0</td> <td>-82.0</td> <td>-83.0</td> <td>-84.0</td> <td>-85.0</td> <td>-86.0</td> <td>-87.0</td> <td>-88.0</td> <td>-89.0</td> <td>-90.0</td> <td>-91.0</td> <td>-92.0</td> <td>-93.0</td> <td>-94.0</td> <td>-95.0</td> <td>-96.0</td> <td>-97.0</td> <td>-98.0</td> <td>-99.0</td> <td>-100.0</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>FINAL SCORE S</b></p> <p>COMMENTS</p> <p>Detailed Evaluation Required YES NO</p>		OCCUPANCY		SOIL		TYPE		FALLING HAZARDS		Residential	Commercial	Industrial	School	A	B	C	D	1-100	101-1000	1000+	1000+	Hard Rock	Soft Rock	Stiff Soil	Soft Soil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BUILDING TYPE	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	W29	W30	W31	W32	W33	W34	W35	W36	W37	W38	W39	W40	W41	W42	W43	W44	W45	W46	W47	W48	W49	W50	W51	W52	W53	W54	W55	W56	W57	W58	W59	W60	W61	W62	W63	W64	W65	W66	W67	W68	W69	W70	W71	W72	W73	W74	W75	W76	W77	W78	W79	W80	W81	W82	W83	W84	W85	W86	W87	W88	W89	W90	W91	W92	W93	W94	W95	W96	W97	W98	W99	W100	Basic Score	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	-6.0	-7.0	-8.0	-9.0	-10.0	-11.0	-12.0	-13.0	-14.0	-15.0	-16.0	-17.0	-18.0	-19.0	-20.0	-21.0	-22.0	-23.0	-24.0	-25.0	-26.0	-27.0	-28.0	-29.0	-30.0	-31.0	-32.0	-33.0	-34.0	-35.0	-36.0	-37.0	-38.0	-39.0	-40.0	-41.0	-42.0	-43.0	-44.0	-45.0	-46.0	-47.0	-48.0	-49.0	-50.0	-51.0	-52.0	-53.0	-54.0	-55.0	-56.0	-57.0	-58.0	-59.0	-60.0	-61.0	-62.0	-63.0	-64.0	-65.0	-66.0	-67.0	-68.0	-69.0	-70.0	-71.0	-72.0	-73.0	-74.0	-75.0	-76.0	-77.0	-78.0	-79.0	-80.0	-81.0	-82.0	-83.0	-84.0	-85.0	-86.0	-87.0	-88.0	-89.0	-90.0	-91.0	-92.0	-93.0	-94.0	-95.0	-96.0	-97.0	-98.0	-99.0	-100.0
OCCUPANCY		SOIL		TYPE		FALLING HAZARDS																																																																																																																																																																																																																																											
Residential	Commercial	Industrial	School	A	B	C	D																																																																																																																																																																																																																																										
1-100	101-1000	1000+	1000+	Hard Rock	Soft Rock	Stiff Soil	Soft Soil																																																																																																																																																																																																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																										
BUILDING TYPE	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	W29	W30	W31	W32	W33	W34	W35	W36	W37	W38	W39	W40	W41	W42	W43	W44	W45	W46	W47	W48	W49	W50	W51	W52	W53	W54	W55	W56	W57	W58	W59	W60	W61	W62	W63	W64	W65	W66	W67	W68	W69	W70	W71	W72	W73	W74	W75	W76	W77	W78	W79	W80	W81	W82	W83	W84	W85	W86	W87	W88	W89	W90	W91	W92	W93	W94	W95	W96	W97	W98	W99	W100																																																																																																																																													
Basic Score	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	-6.0	-7.0	-8.0	-9.0	-10.0	-11.0	-12.0	-13.0	-14.0	-15.0	-16.0	-17.0	-18.0	-19.0	-20.0	-21.0	-22.0	-23.0	-24.0	-25.0	-26.0	-27.0	-28.0	-29.0	-30.0	-31.0	-32.0	-33.0	-34.0	-35.0	-36.0	-37.0	-38.0	-39.0	-40.0	-41.0	-42.0	-43.0	-44.0	-45.0	-46.0	-47.0	-48.0	-49.0	-50.0	-51.0	-52.0	-53.0	-54.0	-55.0	-56.0	-57.0	-58.0	-59.0	-60.0	-61.0	-62.0	-63.0	-64.0	-65.0	-66.0	-67.0	-68.0	-69.0	-70.0	-71.0	-72.0	-73.0	-74.0	-75.0	-76.0	-77.0	-78.0	-79.0	-80.0	-81.0	-82.0	-83.0	-84.0	-85.0	-86.0	-87.0	-88.0	-89.0	-90.0	-91.0	-92.0	-93.0	-94.0	-95.0	-96.0	-97.0	-98.0	-99.0	-100.0																																																																																																																																							

Gambar 3.16 Kolom Skor akhir dan komentar

## 9. Memotret Gedung

Foto bangunan yang jelas dan bisa menampilkan keseluruhan bangunan (minimal satu foto) harus diambil guna keperluan identifikasi. Foto tersebut harus bisa menampilkan bentuk bangunan dan elevasi. Jika memungkinkan, foto itu harus diambil dari jarak yang cukup supaya bisa menampilkan seluruh bangunan. Pencahayaan foto harus diperhatikan, supaya foto terlihat jelas. Terakhir, jika memungkinkan, bagian depan bangunan harus tidak ditutupi oleh pohon, kendaraan atau benda lainnya, karena bisa membuat bangunan tampak lebih kabur. Dan yang penting foto tersebut bisa menampilkan jumlah lantai.

## 10. Bagian Komentar

Kolom terakhir ini (lihat **Gambar 3.16**) untuk komentar screener jika mungkin ingin memberi catatan mengenai bangunan yang diskruining, hunian, kondisi, kualitas data atau kondisi yang tidak biasa/ tidak ada dalam jenis yang tersedia.

### 3.3.3 Penggunaan Hasil dari RVS

Dalam pelaksanaan RVS penafsiran Final Struktural Score, S, Pemilihan keputusan skor RVS merupakan salah satu yang terpenting. Disini menjelaskan tentang pembacaan nilai skor akhir terhadap angka kemungkinan keruntuhan bangunan terhadap bahaya gempa.

#### 1. Interpretasi Skor RVS

Pada dasarnya skor akhir adalah perkiraan probabilitas bangunan akan runtuh jika terjadi gerakan tanah atau gempa. Basic Struktural Hazard Score didefinisikan sebagai logaritma negatif (basis 10) dari probabilitas runtuhnya bangunan yang dapat dituliskan dengan  $BSH = -\log_{10} (ATC, 2002b)$ . Sebagai contoh, skor akhir  $S = 3$  berarti ada kesempatan 1 dari  $10^3$ , Atau 1 dari 1000 kemungkinan bangunan itu akan runtuh jika terjadi gerakan tanah tersebut. Sebuah skor akhir  $S = 2$  berarti ada kesempatan 1 dari  $10^2$ , Atau 1 dari 100, bahwa bangunan akan runtuh jika tanah tersebut terjadi gerakan.

#### 2. Pemilihan Keputusan Skor RVS

Penentuan aman atau tidaknya bangunan yang ditinjau berdasarkan skor akhir bangunan tersebut. Nominal angka skor yang membatasi menurut FEMA 154 adalah 2. Hal itu berdasarkan dari National Bureau of Standards (NBS, 1980) yaitu:

*In selecting the target reliability it was decided, after carefully examining the resulting reliability indices for the many design situations, that a  $\beta_0=3$  is a representative average value for many frequently used structural elements when they are subjected to gravity loading, while  $\beta_0=2.5$  and  $\beta_0= 1.75$  are*

representative values for loads that include wind and earthquake, respectively.

### 3.3.4 Contoh Aplikasi dari RVS.

Contoh aplikasi dari RVS ini adalah ilustrasi penerapan prosedur RVS pada beberapa gedung di USA. Dari contoh tersebut bisa dijadikan gambaran untuk melakukan prosedur dari RVS (lihat **Gambar 3.17** dan **Gambar 3.18**)

		Address: 3703 Roxbury St. Zip 91234 Anyplace Other Identifiers: Parcel 7469027035; S2 No. Stories: 10 Year Built 1986 Screener: A. Jones/D. Taylor Date 2/22/01 Total Floor Area (sq. ft.) 76,000 Sq. ft. Building Name: Smith & Co. Use: Office													
Scale:															
<b>OCCUPANCY</b> Residential Commercial Educational Industrial School		<b>SOIL</b> Number of Floors: 0-10 11-150 100+ (10/100)													
<b>TYPE</b> A: Hard Rock B: Avg. Rock C: Dense Soil D: Soft Soil E: Poor Soil F: Very Poor Soil		<b>FALLING HAZARDS</b> <input type="checkbox"/> Unreinforced Concrete <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Cladding <input type="checkbox"/> Other													
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
	(W1)	(W2)	(S1)	(S2)	(S3)	(S4)	(S5)	(C1)	(C2)	(C3)	(PC1)	(PC2)	(RM1)	(RM2)	(URM)
Basic Score	4.4	3.3	2.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mid Rise (4 to 7 stories)	NA	NA	-0.2	-0.4	NA	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	NA	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	NA	NA	-0.8	-0.8	NA	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	NA	-0.4	NA	-0.8	-0.8	NA
Vertical Irregularity	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Plan Irregularity	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pro Code	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post-Earthquake	-0.4	-2.4	-1.4	-1.6	NA	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	NA	-2.4	NA	-2.4	-2.4	NA
Soil Type C	0.0	0.4	-0.4	-0.4	NA	NA	NA	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type E	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
<b>FINAL SCORE, S</b>	<b>3.2</b>														
<b>COMMENTS</b>															
Detailed Evaluation Required YES NO															

\* = Estimated; subjected to significant data  
 NA = No data available

(W) = Drifted frame  
 (D) = Double drifted frame  
 (L) = Light frame

(M) = Moment-resisting frame  
 (C) = Concentric moment-resisting frame  
 (D) = Diaphragm

(S) = Steel wall  
 (T) = Tilt-up  
 (U) = Unreinforced masonry wall

Gambar 3.17 Contoh 1

 <p style="text-align: center;">Section of Plan View</p>	<p>Address: <u>5020 Ebony Drive</u>  <u>Anyplace</u> Zip <u>91011</u></p> <p>Other Identifiers</p> <p>No. Stories <u>22</u> Year Built <u>1996</u></p> <p>Screeners <u>A. Jones/D. Taylor</u> Date <u>2/28/01</u></p> <p>Total Floor Area (sq. ft.) <u>712,800</u></p> <p>Building Name</p> <p>Use <u>Residential and Commercial</u></p> 														
<p>Scale:</p>															
<p><b>OCCUPANCY</b></p> <p><input type="checkbox"/> Assembly  <input checked="" type="checkbox"/> Commercial  <input type="checkbox"/> Other services</p> <p><input type="checkbox"/> Govt  <input type="checkbox"/> Historic  <input type="checkbox"/> Industrial</p> <p><input type="checkbox"/> Office  <input checked="" type="checkbox"/> Residential  <input type="checkbox"/> School</p>	<p><b>SOIL</b></p> <p>Number of Persons: <u>11-100</u>          0-10          101-1000          1000+</p>	<p><b>TYPE</b></p> <p><input type="checkbox"/> A Hard Rock  <input type="checkbox"/> B Avg. Rock  <input type="checkbox"/> C Dense Soil  <input type="checkbox"/> D Soft Soil  <input checked="" type="checkbox"/> E Soft Soil  <input type="checkbox"/> F Poor Soil</p>	<p><b>FALLING HAZARDS</b></p> <p><input type="checkbox"/> Uncontrolled Overhangs  <input type="checkbox"/> Porches  <input type="checkbox"/> Cladding  <input type="checkbox"/> Other</p>												
<p><b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b></p>															
<p><b>BUILDING TYPE</b></p>	<p>W1</p>	<p>W2</p>	<p>S1 (pts)</p>	<p>S2 (pts)</p>	<p>S3 (pts)</p>	<p>S4 (pts)</p>	<p>S5 (pts)</p>	<p>C1 (pts)</p>	<p>C2 (pts)</p>	<p>C3 (pts)</p>	<p>PC1 (pts)</p>	<p>PC2 (pts)</p>	<p>RM1 (pts)</p>	<p>RM2 (pts)</p>	<p>URM</p>
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (A to T stories)	N/A	N/A	-0.2	-0.4	N/A	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	N/A	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	0.0
High Rise (> T stories)	N/A	N/A	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.6	N/A	-0.4	N/A	-0.8	N/A
Vertical Irregularity	-25	-20	-1.0	-1.6	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pro Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.6	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	-2.4	-2.4	-1.2	-1.4	N/A	-1.6	N/A	-1.2	N/A	-2.4	N/A	-2.4	N/A	-2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
FINAL SCORE, S			3.6					3.3							
<p><b>COMMENTS</b></p> <p>Screeners could not determine if building type was C1 or S1; hence both types were scored with similar results.</p>															<p><b>Default Evaluation Required</b></p> <p>YES <input checked="" type="radio"/> NO <input type="radio"/></p>
<p>* = Estimated, subjective, or unavailable data          CR = Do Not Know</p> <p>BF = Braced frame          FD = Flexible diaphragm          LM = Light mass</p> <p>MF = Moment-resisting frame          RC = Reinforced concrete          RD = Rigid diaphragm</p> <p>SW = Shear wall          TU = Tie up          URM RF = Unreinforced masonry walls</p>															

Gambar 3.18 Contoh 2



*“halaman sengaja dikosongkan*



## BAB IV

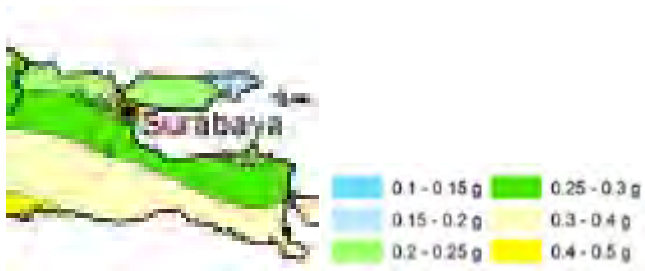
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Umum

Berdasarkan SNI 1726-2012 tentang Gempa, Kota Surabaya pada periode 0,2 detik percepatan respon gempanya adalah sebesar 0,663 g (Gambar 4.1) dan untuk periode 1 detik sebesar 0,248 g (Gambar 4.2). Sedangkan untuk Kota Sidoarjo pada periode 0,2 detik percepatan respon gempanya adalah sebesar 0,68 g (Gambar 4.1) dan untuk periode 1 detik sebesar 0,266 g (Gambar 4.2). Dimana Kota Surabaya dan Sidoarjo berada pada Moderate Seismicity menurut pembagian zona gempa berdasarkan SNI 1726-2012 namun termasuk pada High Seismicity menurut pembagian zona gempa berdasarkan FEMA. Maka pada Tugas Akhir ini digunakan formulir RVS High Seismicity, namun juga akan dicoba dengan formulir Moderate Seismicity sebagai bahan perbandingan.



Gambar 4.1 Peta zona gempa Surabaya dan Sidoarjo periode 0,2 detik



Gambar 4.2 Peta zona gempa Surabaya dan Sidoarjo periode 1 detik

Setelah menentukan formulir RVS, yaitu *High Seismicity Form*, maka bisa dilanjutkan untuk survei di lapangan. Untuk studi kasus pada tugas akhir ini dipakai bangunan gedung Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jawa Timur (BPBD JATIM), Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur (KOMINFO JATIM), PT. Alstom Power ESI, dan Bank Permata Surabaya.

Jenis tanah yang terdapat di Wilayah Kota Surabaya terdiri atas Jenis Tanah Alluvial dan Grumosol, pada jenis tanah Alluvial terdiri atas 3 karakteristik yaitu Alluvial Hidromorf, Alluvial Kelabu Tua dan Alluvial kelabu (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013). Sedangkan menurut laboratorium mekanika tanah Jurusan Teknik Sipil ITS jenis tanah di wilayah Surabaya dan Sidoarjo adalah tanah lempung. Maka bisa disimpulkan untuk keempat bangunan yang akan disurvei jenis tanahnya adalah jenis tanah D dan E tergantung dari jenis tanah dilokasi kedalaman tiang pancang bangunan tersebut.

## 4.2 Flow Chart Pengisian Form RVS High Seismicity FEMA 154

Berdasarkan flow chart pada lampiran 1 dapat disimpulkan bahwa pada Form RVS FEMA 154 dapat dibagi menjadi beberapa bagian antara lain:

1. Informasi yang tidak mempengaruhi skor akhir,
2. Informasi yang mempengaruhi skor akhir, dan
3. Perhitungan skor akhir(S).

### 4.2.1 Informasi yang Tidak Mempengaruhi Skor Akhir

Informasi-informasi yang tidak mempengaruhi skor akhir diantaranya adalah:

1. Sketsa yang berisi denah dan tampak samping bangunan, serta foto bangunan untuk menunjukkan tampak depan dari bangunan tersebut.
2. Informasi bangunan, berisi informasi tentang Nama bangunan, alamat dan kode pos, jumlah lantai, tanggal pelaksanaan survei, PIC, Luas total bangunan dan kegunaan dari bangunan tersebut.
3. *Falling Hazards*, yang termasuk dalam *falling hazard* antara lain adalah *Unreinforced Chimneys* (Gambar 4.5), *Parapets* (Gambar 4.4), *Cladding* (Gambar 4.6), dan lain lain.



Gambar 4.3 Chimneys



Gambar 4.4 Parapets



Gambar 4.5 Heavy Cladding

#### 4.2.2 Informasi yang Mempengaruhi Skor

Yang termasuk dalam informasi yang mempengaruhi skor adalah tahun dibangun, dikatakan mempengaruhi skor karena informasi tersebut nantinya pada saat perhitungan skor akhir akan digunakan untuk menentukan skor modifikasi untuk Precode dan Post Benchmark dari bangunan tersebut, oleh karena itu diperlukan beberapa data tambahan berupa *design code* dan *design load* yang digunakan untuk merencanakan bangunan tersebut.

#### 4.2.3 Perhitungan Skor (S)

Faktor-faktor yang mempengaruhi skor akhir (s) antara lain Tipe bangunan, ketinggian bangunan, ketidakberaturan, precode, post benchmark dan jenis tanah.

##### 1. Tipe Bangunan

Pada metode RVS tipe bangunan yang ada dibedakan menjadi 15 t ipe, dimana masing-masing tipe bangunan memiliki basic score dan score modifier yang berbeda-beda. Berikut adalah tipe-tipe beserta urutan basic score dari yang terbesar hingga yang terkecil untuk kategori desain high seismicity menurut metode RVS.

- W1 (Rangka kayu dengan Luas < 465 m <sup>2</sup> )	4,4	
- W2 (Rangka kayu dengan Luas > 465 m <sup>2</sup> )	3,8	
- S3 (Light metal)	3,2	
- S2 (Rangka baja dengan bracing)	3,0	
- S1 (Rangka baja pemikul momen)		} 2,8
- S4 (Rangka baja dengan shear wall beton cor ditempat)		
- C2 (Rangka beton dengan dinding shear wall)		
- RM1 (Bang. Batu diperkuat lantai fleksibel dan atap diafragma)		
- RM2 (Bang. Batu diperkuat lantai kaku dan atap diafragma)		
- PC1 (Bangunan Tilt-Up)	2,6	
- C1 (Bang. Beton rangka pemikul momen)	2,5	
- PC2 (Bang. Rangka beton pracetak)	2,4	
- S5 (Rangka baja dengan dinding bata tanpa perkuatan)		2,0
- URM (Pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall)		1,8
- C3 (Beton dengan dinding bata tanpa perkuatan)		1,6

Dimana semakin besar basic score yang dimiliki pada suatu tipe bangunan maka bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa. Jadi berdasarkan urutan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa bangunan yang dianggap paling aman terhadap gempa adalah tipe bangunan kayu, dimana bangunan kayu tipe W1 dianggap lebih aman

jika dibandingkan dengan tipe W2. Kemudian disusul dengan bangunan baja light metal (S3). Untuk bangunan baja lainnya baik itu tipe S1, S2, S4, S5 dianggap memiliki ketahanan yang sama dengan bangunan beton dengan dinding shear wall (C2) dan bangunan batu diperkuat lantai kaku dan atap diafragma (RM1). Sedangkan untuk bangunan batu diperkuat lantai kaku dan atap diafragma dianggap memiliki ketahanan yang sama dengan tipe URM, yang kemudian disusul oleh tipe-tipe lainnya seperti tipe C3, PC1, PC2 dan terakhir tipe C1 yang dianggap paling rentan terhadap resiko gempa.

## 2. Ketinggian Bangunan

Berdasarkan ketinggiannya tiap-tiap tipe bangunan di bedakan menjadi Mid rise building dan High rise building, dimana suatu bangunan dikatakan sebagai mid rise building jika memiliki 4 sampai 7 lantai dan dikategorikan sebagai high rise building jika memiliki jumlah lantai lebih dari 7. Dimana semakin tinggi bangunan tersebut maka skornya pun semakin besar yang artinya semakin kuat bangunan tersebut terhadap gempa (skor modifikasi High rise building > skor modifikasi mid rise building).

## 3. Ketidakberaturan

### ✓ Vertical Irregularity

Skor modifikasi ini dipilih jika bangunan berbentuk tidak beraturan secara vertikal atau beberapa dinding tidak vertikal.

### ✓ Plan Irregularity

Skor modifikasi ini dipilih jika bangunan memiliki denah yang tidak beraturan, misalnya berbentuk E, L, T, U atau +.



#### 4. Precode

Skor modifikasi ini berlaku untuk gedung-gedung yang di desain dengan menggunakan peraturan pembebanan, kayu, beton dan baja sebelum tahun 1989. Dimana sebelum tahun tersebut peraturan yang digunakan di Indonesia belum mengacu pada peraturan Amerika. Gedung yang dibangun sebelum design code tahun 1989 memiliki nilai 0 (nol) sampai - (minus), setelah tahun 1989 memiliki nilai 0 (nol).

#### 5. Post Benchmark

Skor modifikasi ini berlaku untuk gedung-gedung yang desain dengan menggunakan peraturan gempa tahun 1989 keatas. Dimana pada tahun 1989 keatas peraturan gempa di Indonesia yaitu SNI 1726-1989, SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 mengacu pada peraturan gempa Amerika, sehingga FEMA 154 yang merupakan buatan Amerika dianggap dapat digunakan di Indonesia. Gedung yang dibangun sebelum *design load* tahun 1989 memiliki nilai 0 (nol), setelah tahun 1989 memiliki nilai + (plus).

#### 6. Jenis Tanah

Pengklasifikasian jenis tanah pada FEMA 154 sama dengan pengklasifikasian jenis tanah di Indonesia pada SNI 1726-2012. Jenis tanah yang ada dikelompokkan menjadi jenis tanah A (*Hard Rock*), B (*Average Rock*), C (*Dense Soil*), D (*Stiff Soil*), E (*Soft Soil*), dan F (*Poor Soil*). Dimana pada form FEMA 154 hanya terdapat 3 jenis tanah yang diperhitungkan yaitu jenis tanah C, D, dan E yang mana ketiga jenis tanah tersebut memiliki skor modifikasi negatif (mengurangi kekuatan bangunan terhadap gempa). Tidak ada skor modifikasi untuk jenis tanah A dan B karena dianggap memiliki daya dukung tanah yang baik untuk bangunan yang berdiri diatasnya, sedangkan untuk jenis tanah F tidak ada score modifier untuk tanah tipe F karena bangunan yang dibangun diatas tanah tipe ini tidak dapat dianalisis secara

efektif oleh metode RVS. Ahli dibidang geoteknik diperlukan untuk mengkonfirmasi tanah jenis ini dan *engineer* profesional yang berpengalaman diperlukan untuk mengevaluasi bangunan pada jenis tanah ini.

#### 4.2.4 Presentase Skor Modifikasi Terhadap Masing – Masing Basic Score

Presentase skor modifikasi terhadap masing-masing basic score dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score

BUILDING TYPE	W1	(%)	W2	(%)	S1	(%)	S2	(%)	S3	(%)
					(MRF)		(BR)		(LM)	
Basic Score	4,4		3,8		2,8		3		3,2	
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	N/A	N/A	0,2	7,1	0,4	13,3	N/A	N/A
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	N/A	N/A	0,6	21,4	0,8	26,7	N/A	N/A
Vertical Irregularity	-2,5	-56,8	-2	-52,6	-1	-35,7	-1,5	-50,0	N/A	N/A
Plan Irregularity	-0,5	-11,4	-0,5	-13,2	-0,5	-17,9	-0,5	-16,7	-0,5	-15,6
Pre-Code	0	0	-1	-26,3	-1	-35,7	-0,8	-26,7	-0,6	-18,8
Post-Benchmark	2,4	54,55	2,4	63,2	1,4	50,0	1,4	46,7	N/A	N/A
Soil Type C	0	0	-0,4	-10,5	-0,4	-14,3	-0,4	-13,3	-0,4	-12,5
Soil Type D	0	0	-0,8	-21,1	-0,6	-21,4	-0,6	-20,0	-0,6	-18,8
Soil Type E	0	0	-0,8	-21,1	-1,2	-42,9	-1,2	-40,0	-1	-31,3

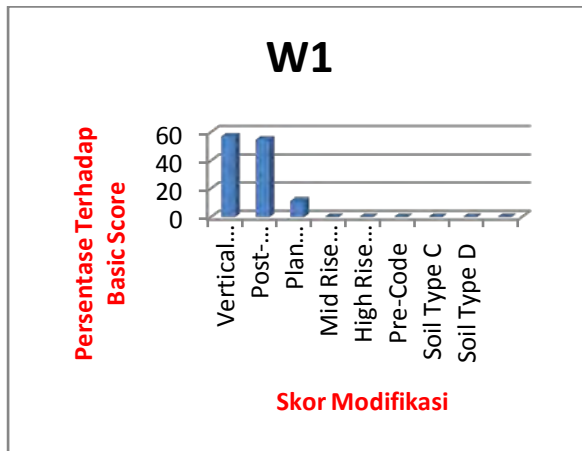
Tabel 4.1 Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score (lanjutan)

BUILDING TYPE	S4	(%)	S5	(%)	C1	(%)	C2	(%)
	(RC SW)		(URM INF)		(MRF)		(SW)	
Basic Score	2,8		2		2,5		2,8	
Mid Rise (4 to 7 Stories)	0,4	14,3	0,4	20,0	0,4	16,0	0,4	14,3
High Rise (>7 stories)	0,8	28,6	0,8	40,0	0,6	24,0	0,8	28,6
Vertical Irregularity	-1	-35,7	-1	-50,0	-1,5	-60,0	-1	-35,7
Plan Irregularity	-0,5	-17,9	-0,5	-25,0	-0,5	-20,0	-0,5	-17,9
Pre-Code	-0,8	-28,6	-0,2	-10,0	-1,2	-48,0	-1	-35,7
Post-Benchmark	1,6	57,1	N/A	N/A	1,4	56,0	2,4	85,7
Soil Type C	-0,4	-14,3	-0,4	-20,0	-0,4	-16,0	-0,4	-14,3
Soil Type D	-0,6	-21,4	-0,4	-20,0	-0,6	-24,0	-0,6	-21,4
Soil Type E	-1,2	-42,9	-0,8	-40,0	-0,6	-24,0	-0,6	-21,4

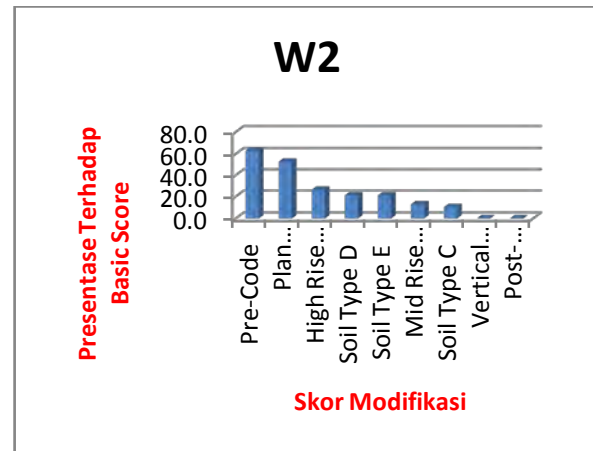
Tabel 4.1 Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score (lanjutan)

BUILDING TYPE	C3	(%)	PC1	(%)	PC2	(%)	RM1	(%)	RM2	(%)	URM	(%)
	(URM INF)		(TU)				(FD)		(RD)			
Basic Score	1,6		2,6		2,4		2,8		2,8		1,8	
Mid Rise (4 to 7 Stories)	0,2	12,5	N/A	N/A	0,2	8,3	0,4	14,3	0,4	14,3	0	0
High Rise (>7 stories)	0,3	18,8	N/A	N/A	0,4	16,7	N/A	N/A	0,6	21,4	N/A	N/A
Vertical Irregularity	-1	-62,5	N/A	N/A	-1	-41,7	-1	-35,7	-1	-35,7	-1	-56
Plan Irregularity	-0,5	-31,3	-0,5	-19,2	-0,5	-20,8	-0,5	-17,9	-0,5	-17,9	-0,5	-28
Pre-Code	-0,2	-12,5	-0,8	-30,8	-0,8	-33,3	-1	-35,7	-0,8	-28,6	-0,2	-11
Post-Benchmark	N/A	N/A	2,4	92,3	N/A	N/A	2,8	100	2,6	92,9	N/A	N/A
Soil Type C	-0,4	-25,0	-0,4	-15,4	-0,4	-16,7	-0,4	-14,3	-0,4	-14,3	-0,4	-22
Soil Type D	-0,4	-25,0	-0,6	-23,1	-0,6	-25,0	-0,6	-21,4	-0,6	-21,4	-0,6	-33
Soil Type E	-0,8	-50,0	-0,4	-15,4	-1,2	-50,0	-0,4	-14,3	-0,6	-21,4	-0,8	-44

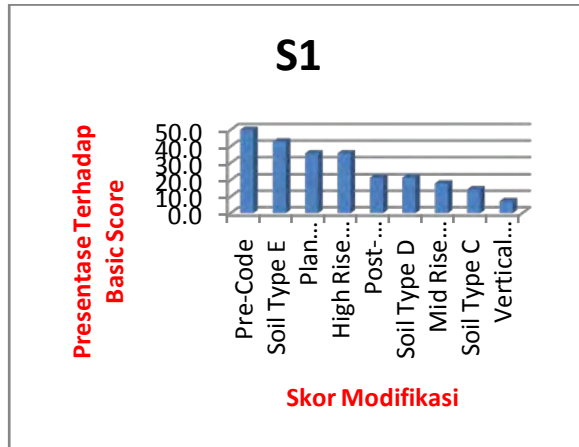
Berdasarkan tabel 4.1 diatas maka dapat dibuat diagram yang menunjukkan urutan faktor-faktor modifikasi yang memiliki kontribusi terbesar hingga terkecil dalam perhitungan skor akhir (S) untuk masing-masing tipe bangunan (Gambar 4.7 sampai Gambar 4.21).



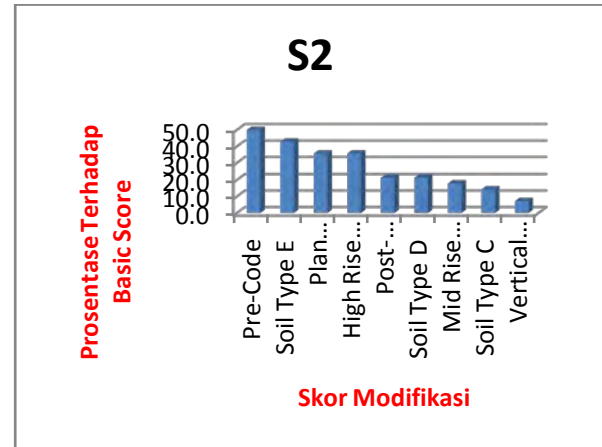
Gambar 4.6 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score W1



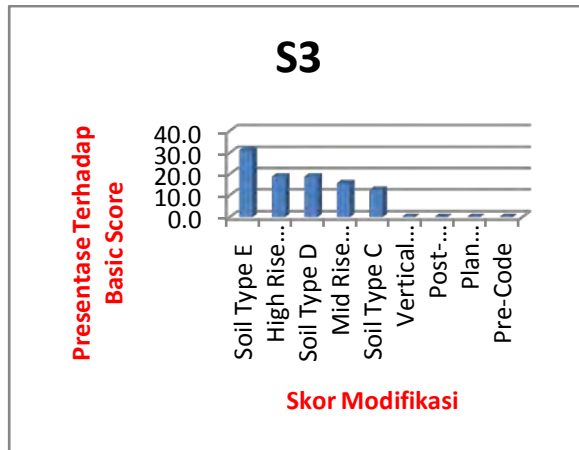
Gambar 4.7 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score W2



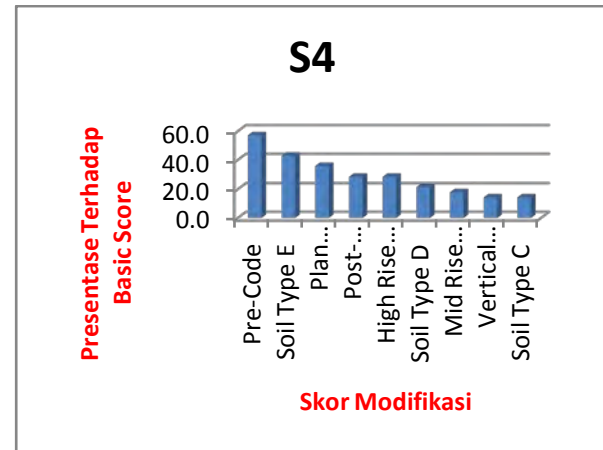
Gambar 4.8 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S1



Gambar 4.9 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S2

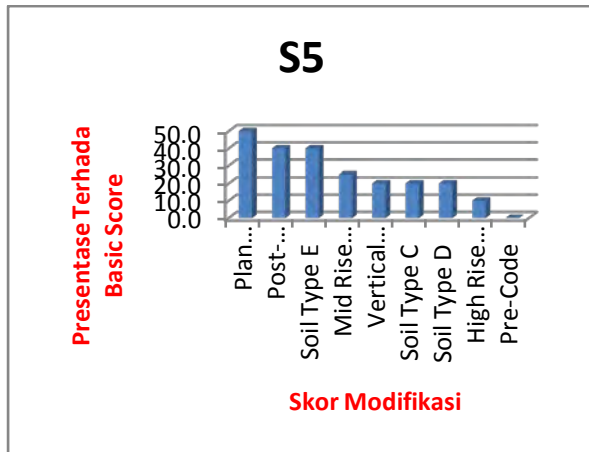


Gambar 4.10 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S3

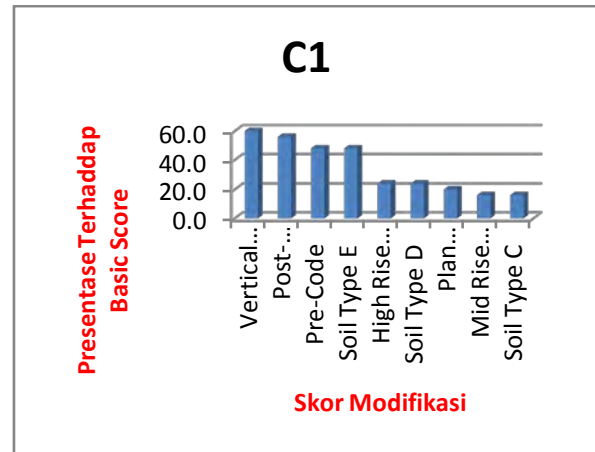


Gambar 4.11 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S4

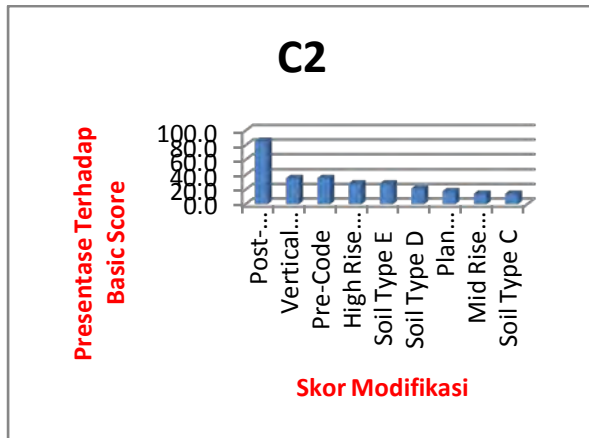




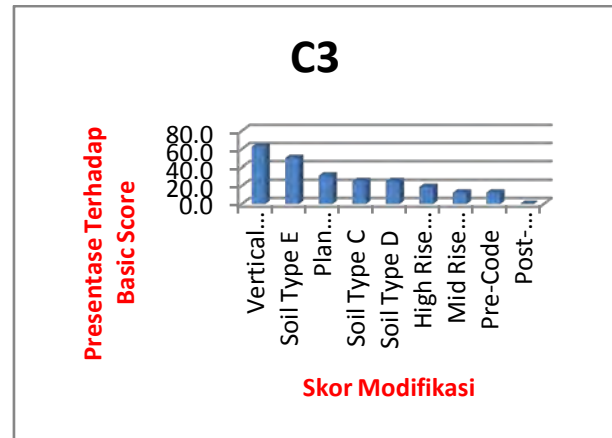
Gambar 4.12 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S5



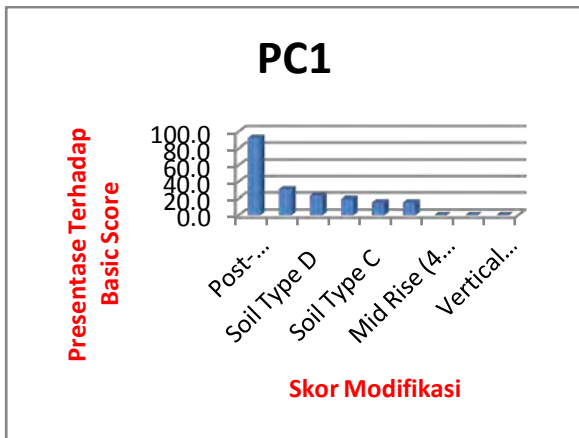
Gambar 4.13 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C1



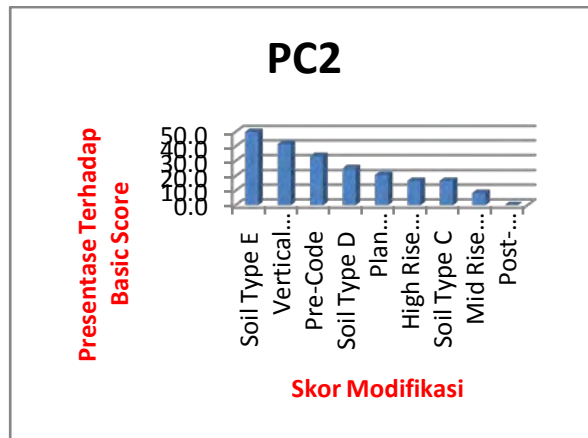
Gambar 4.14 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C2



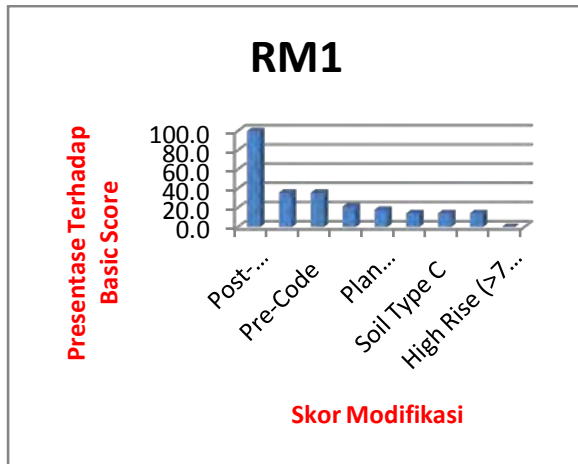
Gambar 4.15 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C3



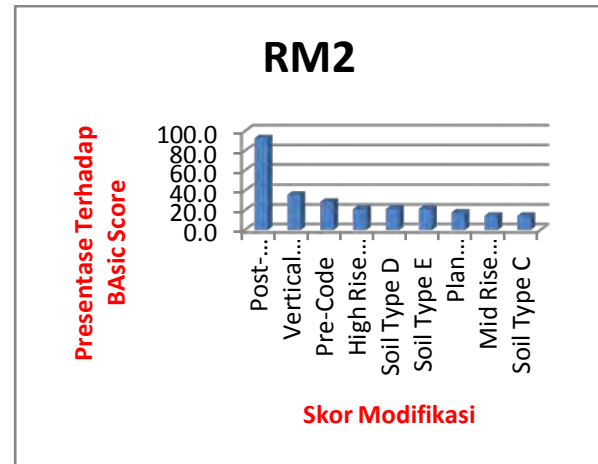
Gambar 4.16 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score PC1



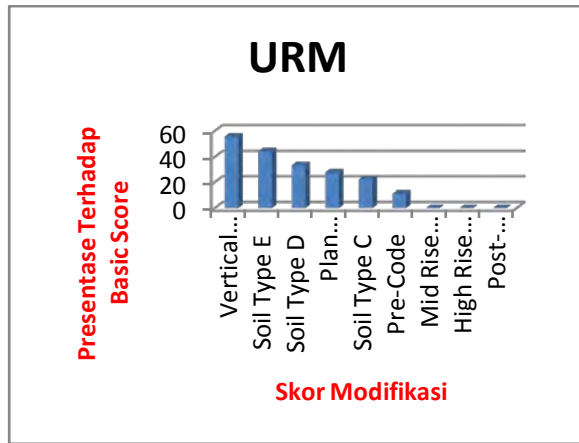
Gambar 4.17 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score PC2



Gambar 4.18 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score RM1



Gambar 4.19 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score RM2



Gambar 4.20 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score URM

Dari diagram-diagram diatas dapat diketahui faktor apa saja yang memiliki kontribusi terbesar hingga terkecil pada tiap-tiap jenis bangunan dalam perhitungan skor, dimana 20% faktor teratas memiliki kontribusi paling besar dalam penentuan skor akhir, sehingga dalam pelaksanaan metode RVS baik pada tahap pra-lapangan maupun survei lapangan, screener dapat lebih berhati-hati dan teliti pada faktor-faktor tersebut, namun bukan berarti mengabaikan faktor-faktor dengan kontribusi rendah.

### 4.3 Pengisian Form RVS High Seismicity FEMA 154

#### 4.3.1 Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jawa Timur

Survei gedung BPBD JATIM dilaksanakan pada tanggal 2 Maret 2015. Proses pengisian formulir RVS pada saat survei bisa dilihat pada **Tabel 4.2** dan **Gambar 4.22**. Sedangkan untuk form RVS BPBD Jatim dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 4.2 Proses Pengisian Formulir Survei Gedung BPBD JATIM

No	Bagian	Analisa
1	Informasi Bangunan	Untuk alamat, kode pos, jumlah lantai, luas area total bangunan, tahun bangunan, nama bangunan, dan penggunaan sudah didapatkan pada saat perencanaan pra lapangan, namun kemudian diverifikasi lagi saat pelaksanaan survei lapangan. Dan untuk nama <i>screener</i> , dan tanggal skrining bisa diisi saat survei lapangan.
2	Sketsa Bangunan	Untuk sketsa bisa dipakai denah gedung ini yang didapatkan dari <i>as built drawing</i> BPBD JATIM, namun diverifikasi di lapangan terlebih dahulu.
3	Jenis Hunian	Gedung BPBD JATIM ini memiliki 2 lantai dengan luas total bangunan sekitar 442 m <sup>2</sup> . Gedung ini dimasukkan dalam bangunan pemerintahan dan perkantoran maka beban huniannya adalah 1 orang/9-19m <sup>2</sup> , maka beban huniannya adalah $442/19=24$ orang s/d $442/9=49$ orang. Jadi bisa dipilih beban hunian 11-100
4	Jenis Tanah	Jenis Tanah E
5	Bahaya non-struktural	Tidak terdapat bangunan nonstruktural yang berbahaya.

Tabel 4.2 Proses Pengisian Formulir Survei Gedung BPBD  
JATIM (lanjutan)

No	Bagian	Analisa
6	Skor Struktural Dasar	Menurut dokumen konstruksi, gedung ini merupakan jenis struktur beton. Dan setelah dipastikan saat survei memang benar bangunan beton. Dari hasil survei menunjukkan bahwa gedung ini masuk dalam jenis struktur C1.
7	Skor Modifikasi	-Karena gedung ini dibangun pada tahun 2010 maka dianggap bangunan ini direncanakan dengan <i>design load</i> tahun 1989 keatas, maka ditandai untuk post-benchmark. -Jenis struktural tanah dilokasi kedalaman tiang pancang bangunan ini adalah lempung berlanau abu tua dengan SPT 0 m aka termasuk tipe tanah E.
8	Skor Akhir	Dan pada akhirnya didapatkan skor akhir 2,7, maka tidak perlu identifikasi lebih lanjut untuk gedung ini karena dirasa cukup aman (skor akhir >2).
9	Foto	Foto diambil dengan menggunakan kamera handphone atau kamera lain pada saat pelaksanaan survei lapangan.
10	Komentar	Tambahkan komentar jika dirasa perlu

#### 4.3.2 Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur

Survei gedung Dinas KOMINFO JATIM dilaksanakan pada tanggal 9 Maret 2015. Proses pengisian formulir RVS pada saat survei sama seperti proses pengisian formulir untuk gedung BPBD JATIM pada **tabel 4.2** namun untuk gedung KOMINFO JATIM ada beberapa perbedaan untuk analisa jenis hunian,

bahaya non struktural, skor modifikasi dan skor akhir yang dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dan **Gambar 4.23**. Sedangkan untuk form RVS KOMINFO Jatim dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 4.3 Proses Pengisian Formulir Survei Gedung Dinas  
KOMINFO JATIM

No	Bagian	Analisa
3	Jenis Hunian	Gedung Dinas KOMINFO JATIM ini memiliki 4 lantai dengan luas bangunan per lantai sekitar $1008 \text{ m}^2$ . Gedung ini dimasukkan dalam bangunan pemerintahan dan perkantoran maka beban huniannya adalah 1 orang/9 sampai $19 \text{ m}^2$ , luas bangunan ini $1008 \text{ m}^2 \times 4 = 4032 \text{ m}^2$ maka beban huniannya adalah $4032/19=213$ orang s/d $4032/9=448$ orang. Jadi bisa dipilih beban hunian 101-1000
5	Bahaya non-struktural	Terdapat bangunan nonstruktural yang berbahaya berupa parapets.
7	Skor Modifikasi	-Karena gedung ini memiliki 4 lantai, maka dipilih mid rise. -Gedung ini dibangun pada tahun 2010 maka dianggap bangunan ini direncanakan dengan <i>design load</i> tahun 1989 ke atas, maka ditandai untuk post-benchmark. -Jenis struktural tanah dilokasi kedalaman tiang pancang bangunan ini adalah lempung berlanau abu-abu dengan SPT 12 maka termasuk tipe tanah E..
8	Skor Akhir	Dan pada akhirnya didapatkan skor akhir 3,1, maka tidak perlu identifikasi lebih lanjut untuk gedung ini karena dirasa cukup aman (skor akhir $>2$ ).



#### 4.3.3 PT. Alstom Power ESI

Survei gedung PT. Alstom Power ESI dilaksanakan pada tanggal 20 Maret 2015. Proses pengisian formulir RVS pada saat survei sama seperti proses pengisian formulir untuk gedung BPBD JATIM pada **tabel 4.2** namun untuk gedung PT. Alstom Power ESI ada beberapa perbedaan untuk analisa jenis hunian, skor modifikasi dan skor akhir yang dapat dilihat pada **Tabel 4.4** dan **Gambar 4.24**. Sedangkan untuk Form RVS PT. Alstom Power ESI dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4.4 Proses Pengisian Formulir Survei Gedung PT. Alstom Power ESI

No	Bagian	Analisa
3	Jenis Hunian	Gedung PT. Alstom Power ESI ini memiliki 4 lantai dengan luas bangunan per lantai sekitar $525 \text{ m}^2$ . Gedung ini dimasukkan dalam bangunan perkantoran maka beban huniannya adalah 1 orang/9 sampai $19 \text{ m}^2$ , luas bangunan ini $525 \text{ m}^2 \times 4 = 2100 \text{ m}^2$ maka beban huniannya adalah $2100/19=111$ orang s/d $2100/9=234$ orang. Jadi bisa dipilih beban hunian 101-1000
4	Jenis Tanah	Jenis Tanah D
7	Skor Modifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Karena gedung ini memiliki 4 lantai, maka dipilih mid rise.</li> <li>-Gedung ini dibangun pada tahun 2010 maka dianggap bangunan ini direncanakan dengan <i>design load</i> tahun 1989 ke atas, maka ditandai untuk post-benchmark.</li> <li>-Jenis struktural tanah dilokasi kedalaman tiang pancang bangunan ini adalah lanau berpasir dengan SPT 40 maka termasuk tipe tanah D.</li> </ul>

Tabel 4.4Proses Pengisian Formulir Survei Gedung PT. Alstom Power ESI (lanjutan)

No	Bagian	Analisa
8	Skor Akhir	Dan pada akhirnya didapatkan skor akhir 3,7, maka tidak perlu identifikasi lebih lanjut untuk gedung ini karena dirasa cukup aman (skor akhir >2).

#### 4.3.4 Bank PERMATA Surabaya

Survei gedung perpustakaan dilaksanakan pada tanggal 5 Mei 2015. Proses pengisian formulir RVS pada saat survei sama seperti proses pengisian formulir untuk gedung BPBD JATIM pada **tabel 4.2** namun untuk gedung PT. Alstom Power ESI ada beberapa perbedaan untuk analisa jenis hunian, bahaya non struktural, skor struktural dasa, skor modifikasi dan skor akhir yang dapat dilihat pada **Tabel 4.5** dan **Gambar 4.25**. Sedangkan untuk Form RVS Bank Permata Surabaya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.5Proses Pengisian Formulir Survei Gedung BANK PERMATA Surabaya

No	Bagian	Analisa
3	Jenis Hunian	Gedung Bank Permata Surabaya ini memiliki 4 lantai dengan luas bangunan per lantai sekitar $958 \text{ m}^2$ . Gedung ini dimasukkan dalam bangunan perkantoran maka beban huniannya adalah 1 orang/9 sampai $19 \text{ m}^2$ , luas bangunan ini $958 \text{ m}^2 \times 4 = 3832 \text{ m}^2$ maka beban huniannya adalah $3832/19=202$ orang s/d $3832/9=426$ orang. Jadi bisa dipilih beban hunian 101-1000
4	Jenis Tanah	Jenis Tanah D

Tabel 4.5Proses Pengisian Formulir Survei Gedung BANK  
PERMATA Surabaya (lanjutan)

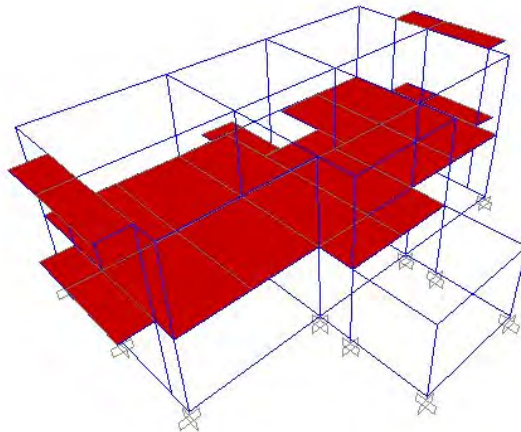
No	Bagian	Analisa
6	Skor Struktural Dasar	Menurut dokumen konstruksi, gedung ini merupakan jenis struktur baja. Dan setelah dipastikan saat survei memang benar bangunan baja. Dari hasil survei menunjukkan bahwa gedung ini masuk dalam jenis struktur S1.
7	Skor Modifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Karena gedung ini memiliki 4 lantai, maka dipilih mid rise.</li> <li>-Denah bangunan ini tidak teratur maka ditandai untuk plan irregularity.</li> <li>-Gedung ini dibangun pada tahun 1985 maka dianggap bangunan ini direncanakan dengan <i>design code</i> sebelum tahun 1989, maka ditandai untuk <i>precode</i>.</li> <li>-Jenis struktural tanah dilokasi kedalaman tiang pancang bangunan ini adalah lempung berlanau berlempung dengan SPT 44 maka termasuk tipe tanah D.</li> </ul>
8	Skor Akhir	Dan pada akhirnya didapatkan skor akhir 1,9, maka perlu identifikasi lebih lanjut untuk gedung ini karena dirasa tidak cukup aman (skor akhir <2).



Pada gambar 4.26 arah vertikal mengikuti arah sumbu Y global (sumbu model) dan sumbu X adalah arah horisontal gambar.

Permodelan struktur perkantoran BPBD JATIM dilakukan menggunakan program bantu SAP 2000. Pada program SAP 2000, struktur perkantoran akan dimodelkan sesuai dengan kondisi yang nyata. Program ini akan membantu dalam beberapa perhitungan yang akan digunakan untuk mengecek apakah struktur sudah memenuhi persyaratan yang ada di SNI-1726-2012 (Gempa) dan SNI-2847-2013 (Beton)

Berikut adalah pemodelan yang sudah dilakukan dalam program SAP 2000 :



Gambar 4.22 Pemodelan SAP 2000 BPBD JATIM

#### 4.4.1.1. Pembebanan Struktur Utama

Pembebanan struktur didasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG1983) dengan rincian sebagai berikut :

##### 1. Beban mati (*dead load*)

- Pelat lantai

$$\text{Berat spesi (t=2cm)} = 2 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

Berat keramik ( $t=1\text{ cm}$ )	$= 1 \times 24$	$= 24 \text{ kg/m}^2$
Berat rangka+plafon	$= (11+7)$	$= 18 \text{ kg/m}^2$
Berat sanitasi		$= 20 \text{ kg/m}^2$
Berat ducting plumbing		$= 10 \text{ kg/m}^2$
		$= 114 \text{ kg/m}^2$
- Berat sendiri		
Berat pelat beton	$= 0.12 \times 2400$	$= 288 \text{ kg/m}^2$
		$= 288 \text{ kg/m}^2$
- Beban dinding		
Berat bata ( $h=4,95\text{ m}$ )		$= 1237,5 \text{ kg/m}$
Berat bata ( $h=4,5\text{ m}$ )		$= 1125 \text{ kg/m}$
- Beban atap		
Berat total atap		$= 17751 \text{ kg}$

## 2. Beban hidup (*live load*)

Beban hidup adalah beban yang bertumpu pada bangunan yang memiliki kemungkinan untuk lepas dari bangunan tersebut. Beban hidup sudah termasuk perlengkapan ruangan dan dinding pemisah ringan (dinding partisi) yang beratnya tidak melebihi  $100 \text{ kg/m}^2$ . Rincian pembebanan untuk beban hidup adalah sebagai berikut :

- Lantai luvel  $= 100 \text{ kg/m}^2$   
Lantai perkantoran  $= 250 \text{ kg/m}^2$
- Beban hujan  $20 \text{ kg/m}^2$  ( $A=200 \text{ m}^2$ )  $= 4000 \text{ kg}$
- Beban gempa (*earthquake load*)

Perhitungan beban gempa pada bangunan ini dilakukan dengan menganalisa beban gempa dinamik.

### 4.4.1.1 Berat Total Bangunan

Perhitungan nilai total berat bangunan ini akan digunakan untuk menentukan gaya geser statik. Nilai tersebut digunakan untuk mengecek apakah perhitungan struktur perkantoran BPBD JATIM yang menggunakan pembebanan gempa dinamik gaya geser nya sudah mencapai 80% gaya geser statik.

Pada tugas akhir ini perhitungan berat struktur diambil dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 untuk kombinasi 1D + 1L.

#### **4.4.1.2. Pembebanan Gempa Dinamis**

Pada struktur perkantoran BPBD JATIM ini mempunyai jumlah lantai 2 tingkat dengan ketinggian 8,4 m. Perhitungan beban gempa pada struktur ini ditinjau dengan pengaruh gempa dinamik sesuai SNI 03-1726-2012. Analisisnya dilakukan berdasarkan analisis respon dinamik dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan.

##### **4.4.1.2.1 Arah pembebanan**

Beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan terjadi dalam arah sembarang (tidak terduga) baik dalam arah x dan y secara bolak-balik dan periodikal. Untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa rencana dalam arah utama harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa yang arahnya tegak lurus dengan arah utama dengan efektifitas 30%.

- Gempa Respon Spektrum X :  
100% efektivitas untuk arah X dan 30% efektivitas arah Y
- Gempa Respon Spektrum Y :  
100% efektivitas untuk arah Y dan 30% efektifitas arah X

##### **4.4.1.2.2 Parameter respon spektrum rencana**

Parameter respon spektrum rencana digunakan untuk menentukan gaya gempa rencana yang bekerja pada struktur. Pada tugas akhir ini, perhitungan gaya gempa digunakan analisis dinamik sesuai persyaratan SNI 03-1726-2012. Berikut adalah nilai parameter respon spektrum untuk wilayah Sidoarjo dengan kondisi tanah lunak (kelas situs E) :

Tabel 4.6 Parameter Respon Gempa Wilayah Surabaya untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak)

PGA (g)	0,339
SS (g)	0,68
S1 (g)	0,266
CRS	0,994
CR1	0,925
FPGA	1,000
FA	1,34
FV	2,936
PSA (g)	0,339
SMS (g)	0,9112
SM1 (g)	0,7810
SDS (g)	0,6075
SD1 (g)	0,5207
T0 (detik)	0,181
TS (detik)	0,453

#### 4.4.1.2.3 Faktor reduksi gempa (R)

Gedung ini direncanakan dengan sistem rangka rangka beton bertulang pemikul momen khusus. Berdasarkan tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) = 5,5, nilai koefisien modifikasi respon ( $R$ ) = 8 dan nilai faktor kuat lebih sistem ( $\Omega$ ) = 3

#### 4.4.1.2.4 Faktor keutamaan (I)

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan  $I_e$ . Gedung ini direncanakan sebagai bangunan perkantoran. Pada tabel 1 SNI



03-1726-2012 bangunan ini termasuk kategori II sehingga didapat nilai  $I = 1$ .

#### **4.4.1.3. Kontrol Desain**

Setelah dilakukan pemodelan struktur 3 dimensi dengan program bantu SAP 2000, hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batasan-batasan tertentu sesuai dengan peraturan SNI 03-1726-2012 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Adapun hal-hal yang harus dikontrol adalah sebagai berikut :

- Kontrol partisipasi massa.
- Kontrol periode getar struktur.
- Kontrol nilai akhir respon spektrum.
- Kontrol batas simpangan (*drift*)

Dari analisis tersebut juga diambil gaya dalam yang terjadi pada masing-masing elemen struktur untuk dilakukan pengecekan kapasitas penampang.

##### **4.4.1.3.1 Kontrol partisipasi massa**

Menurut SNI 1726 ps 7.9.1, bahwa perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah

Dalam hal ini digunakan bantuan program SAP 2000 untuk mengeluarkan hasil partisipasi massa seperti pada Tabel 5.2 berikut :

Tabel 4.7 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran BPBD JATIM

Output Case	Step Type	Step Num	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,62	0,01336	0,0000001449
MODAL	Mode	2	0,64	0,86	0,0000002342
MODAL	Mode	3	0,87	0,86	0,0000002567
MODAL	Mode	4	0,87	1	0,00002545
MODAL	Mode	5	0,98	1	0,00002545

Dari tabel di atas didapat partisipasi massa arah X sebesar 98% pada moda ke 5 dan partisipasi massa arah Y sebesar 100% pada moda ke 4. Maka dapat disimpulkan analisis struktur yang sudah dilakukan telah memenuhi syarat yang terdapat pada SNI-03-1726-2012 pasal 7.9.1 yaitu partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90%.

#### 4.4.1.3.2 Kontrol waktu getar alami fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi. Berdasarkan SNI 03-1726-2012, periode fundamental struktur harus ditentukan dari :

$$T = C_t \cdot h_n^x$$

Nilai T di atas adalah batas bawah periode struktur yang ditinjau. Untuk batas atas nya dikalikan dengan koefisien batas. Besarnya koefisien tersebut tergantung dari nilai  $S_{D1}$ .

Struktur perkantoran BPBD JATIM memiliki tinggi struktur 8,4 m. Pada struktur ini digunakan tipe struktur rangka beton bertulang pemikul momen sehingga pada tabel 15 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai :

$$C_t = 0,0466$$

$$x = 0,9$$

$$h_n = 8,4 \text{ m}$$

maka :

$$T = 0,0466 \times 8,4^{0,9} \\ = 0,3164 \text{ s}$$

Nilai  $C_u$  didapat dari tabel 14 SNI 03-1726-2012, untuk nilai  $S_{D1} = 0,5207$ , maka :

$$C_u \cdot T = 1.4 \times 0,3164 = 0,44296 \text{ s}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapat,

Tabel 4.8 Periode Struktur

Modal No.	Periode	Modal No.	Periode
	Sec		Sec
1	0,440334	4	0,197067
2	0,434537	5	0,190387
3	0,39491		

Dari tabel di atas didapat  $T = 0,440334 \text{ s}$ . Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai  $T$  masih lebih kecil dari  $C_u \times T$ . Jadi analisis struktur perkantoran BPBD JATIM masih memenuhi syarat SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.2.

#### 4.4.1.3.3 Kontrol nilai akhir respon spektrum

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respons statik. Rumus gaya geser statik adalah :

$$V = C_s \cdot W \quad (\text{SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.1})$$

Dimana :

$$C_s = \frac{SD_s}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,6075}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,0759$$

Nilai  $C_s$  di atas nilainya tidak perlu diambil lebih jika besar dari:

$$C_s = \frac{SD1}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,5207}{0,3164\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,2057 < 0,0759$$

(Not OK)

Maka diambil  $C_s = 0,0759$ 

Dan tidak lebih kecil dari :

$$\begin{aligned}
 C_s &= 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \\
 &= 0,044 \cdot 0,6075 \cdot 1 \\
 &= 0,02673 < 0,0759 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Dari program analisa struktur SAP2000, didapat berat total struktur adalah 426425,37 kg. Maka :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{statik}} &= C_s \cdot W \\
 &= 0,0759 \cdot 426425,37 \text{ kg} \\
 &= 32381,68 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 didapatkan nilai gaya geser dasar (base shear) sebagai berikut :

Tabel 4.9 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	17956,57	6028,01
Gempa Arah Y	5403,04	20045,47

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{dinamik}} &\geq 85\% \cdot V_{\text{statik}} \\
 17956,57 \text{ kg} &> 85\% \cdot 32381,68 \text{ kg} \\
 17956,57 \text{ kg} &> 27524,43 \text{ kg (Not OK)}
 \end{aligned}$$

- Untuk gempa arah Y :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{dinamik}} &\geq 85\% \cdot V_{\text{statik}} \\
 20045,47 \text{ kg} &> 85\% \cdot 32381,68 \text{ kg} \\
 20045,47 \text{ kg} &> 27524,43 \text{ kg (Not OK)}
 \end{aligned}$$

Dari kontrol di atas, analisis perkantoran BPBD JATIM masih belum memenuhi syarat nilai akhir respon. Pada Pasal 11.1.4 SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.4.2 dijelaskan apabila gaya

geser dasar hasil analisis kurang dari 85%, maka harus diperbesar dengan faktor skala  $0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V}$ .

Untuk arah X :

$$0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V} = 0,85 \cdot \frac{32381,68}{17956,57} = 1,532833$$

Untuk arah Y :

$$0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V} = 0,85 \cdot \frac{32381,68}{20045,47} = 1,3731$$

Setelah dikali faktor skala di atas didapatkan gaya geser dasar sebagai berikut :

Tabel 4.10 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Setelah Dikalikan dengan Faktor Skala

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	27527,42	9240,94
Gempa Arah Y	7418,91	27524,43

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$$

$$27527,42 \text{ kg} \geq 85\% \cdot 32381,68 \text{ kg}$$

$$27527,42 \text{ kg} \geq 27524,43 \text{ kg (OK)}$$

- Untuk gempa arah Y :

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$$

$$27524,43 \text{ kg} \geq 85\% \cdot 32381,68 \text{ kg}$$

$$27524,43 \text{ kg} \geq 27524,43 \text{ kg (OK)}$$

Dari kontrol di atas dapat disimpulkan bahwa analisis struktur perkantoran BPBD JATIM masih memenuhi persyaratan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.

#### 4.4.1.3.4 Kontrol batas simpangan antar lantai (*drift*)

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 untuk memenuhi persyaratan simpangan digunakan rumus :

$$\Delta_i \leq \Delta_a$$

Dimana :

$\Delta_i$  = Simpangan yang terjadi

$\Delta_a$  = Simpangan ijin antar lantai

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 1 :

$$\Delta_1 = C_d \cdot \delta_{e1} / I$$

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 2 :

$$\Delta_2 = (\delta_{e2} - \delta_{e1}) \cdot C_d / I$$

Dimana :

$\delta_{e1}$  = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 1

$\delta_{e2}$  = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 2

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi

$I$  = Faktor keutamaan gedung

Untuk sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus, dari tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai  $C_d = 5,5$  dan dari tabel 2 SNI 03-1726-2012 didapat nilai  $I = 1$ . Dari tabel 16 SNI 03-1726-2012 untuk sistem struktur yang lain simpangan antar tingkat ijinnya adalah :

$$\Delta_a = 0,025 \cdot h_{sx}$$

Dimana :

$h_{sx}$  = Tinggi tingkat dibawah tingkat x

- Untuk tinggi tingkat 4 m, simpangan ijinnya adalah

$$\Delta_a = 0,025 \cdot 4$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

$$= 100 \text{ mm}$$

- Untuk tinggi tingkat 4,4 m, simpangan ijinnya adalah

$$\Delta_a = 0,025 \cdot 4,4$$

$$= 0,11 \text{ m}$$

$$= 110 \text{ mm}$$

Dari analisis akibat beban lateral (beban gempa) dengan program SAP 2000, diperoleh nilai simpangan yang terjadi pada struktur yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.11 Simpangan Antar Lantai yang Terjadi Akibat Beban Gempa

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X		Gempa Arah Y	
	Zi	Simpangan		Simpangan	
	(m)	X (mm)	Y (mm)	(m)	X (mm)
2	8,4	6,63	2,60	1,79	6,84
1	4	3,25	1,20	0,87	3,16
0	0	0	0	0	0

Tabel 4.12 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
2	8,4	6,63	3,38	18,59	110	OK
1	4	3,25	3,25	17,88	100	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Tabel 4.13 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah Y				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
2	8,4	2,60	1,4	7,7	110	OK
1	4	1,20	1,2	6,6	100	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Tabel 4.14 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
2	8,4	1,79	0,92	5,06	110	OK
1	4	0,87	0,87	4,79	100	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Tabel 4.15 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah Y

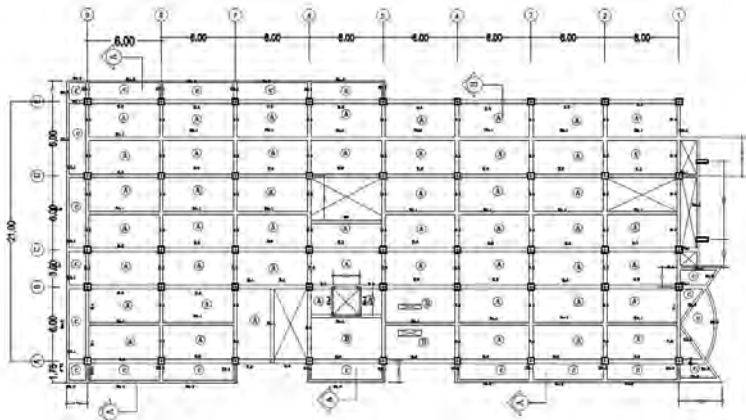
Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
2	8,4	6,84	3,68	20,24	110	OK
1	4	3,16	3,16	17,38	100	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Dari hasil kontrol tabel di atas maka analisis struktur perkantoran BPBD JATIM memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 dan Pasal 7.12.1.



#### 4.4.2 Pemodelan Struktur Gedung Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur

Struktur yang direncanakan adalah bangunan perkantoran yang terdiri dari 4 lantai perkantoran dengan total tinggi struktur 16,5 meter. Denah dari struktur yang ada dalam permodelan tugas akhir penulis adalah sebagai berikut :

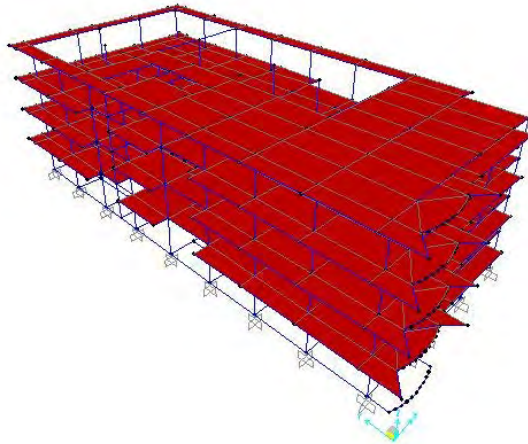


Gambar 4.23 Denah Struktur Perkantoran KOMINFO JATIM

Pada gambar 4.28 arah vertikal mengikuti arah sumbu Y global (sumbu model) dan sumbu X adalah arah horisontal gambar.

Permodelan struktur perkantoran KOMINFO JATIM dilakukan menggunakan program bantu SAP 2000. Pada program SAP 2000, struktur perkantoran akan dimodelkan sesuai dengan kondisi yang nyata. Program ini akan membantu dalam beberapa perhitungan yang akan digunakan untuk mengecek apakah struktur sudah memenuhi persyaratan yang ada di SNI-1726-2012 (Gempa) dan SNI-2847-2013 (Beton).

Berikut adalah pemodelan yang sudah dilakukan dalam program SAP 2000 :



Gambar 4.24 Pemodelan SAP 2000 KOMINFO JATIM

#### 4.4.2.1. Pembebanan Struktur Utama

Pembebanan struktur didasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG1983) dengan rincian sebagai berikut :

##### 1. Beban mati (*dead load*)

###### - Pelat atap

Berat aspal ( $t=2\text{cm}$ ) = $2 \times 14$	= 28 $\text{kg/m}^2$
Berat spesi	= 21 $\text{kg/m}^2$
Berat rangka+plafon = $(11+7)$	= 18 $\text{kg/m}^2$
Berat ducting plumbing	= 10 $\text{kg/m}^2$
	<hr/>
	= 77 $\text{kg/m}^2$

###### - Pelat lantai

Berat spesi ( $t=2\text{cm}$ ) = $2 \times 21$	= 42 $\text{kg/m}^2$
Berat keramik ( $t=1\text{cm}$ ) = $1 \times 24$	= 24 $\text{kg/m}^2$
Berat rangka+plafon = $(11+7)$	= 18 $\text{kg/m}^2$
Berat sanitasi	= 20 $\text{kg/m}^2$
Berat ducting plumbing	= 10 $\text{kg/m}^2$
	<hr/>
	= 114 $\text{kg/m}^2$

###### - Berat sendiri

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat beton} &= 0,12 \times 2400 &= \frac{288 \text{ kg/m}}{288 \text{ kg/m}} + \end{aligned}$$

- Beban dinding

$$\text{Berat bata ringan (t=10cm, h=4m)} = 300 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat bata ringan (t=10cm, h=4,5m)} = 337,5 \text{ kg/m}$$

- Beban atap

$$\text{Berat total atap} = 50827 \text{ kg}$$

## 2. Beban hidup (*live load*)

Beban hidup adalah beban yang bertumpu pada bangunan yang memiliki kemungkinan untuk lepas dari bangunan tersebut. Beban hidup sudah termasuk perlengkapan ruangan dan dinding pemisah ringan (dinding partisi) yang beratnya tidak melebihi  $100 \text{ kg/m}^2$ . Rincian pembebanan untuk beban hidup adalah sebagai berikut :

d. Lantai atap  $= 100 \text{ kg/m}^2$

Lantai perkantoran  $= 250 \text{ kg/m}^2$

e. Beban gempa (*earthquake load*)

Perhitungan beban gempa pada bangunan ini dilakukan dengan menganalisa beban gempa dinamik.

### 4.4.2.1.1 Berat Total Bangunan

Perhitungan nilai total berat bangunan ini akan digunakan untuk menentukan gaya geser statik. Nilai tersebut digunakan untuk mengecek apakah perhitungan struktur perkantoran KOMINFO JATIM yang menggunakan pembebanan gempa dinamik gaya geser nya sudah mencapai 80% gaya geser statik.

Pada tugas akhir ini perhitungan berat struktur diambil dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 untuk kombinasi 1D + 1L.

### 4.4.2.2. Pembebanan Gempa Dinamis

Pada struktur perkantoran KOMINFO JATIM ini mempunyai jumlah lantai 4 tingkat dengan ketinggian 16,5 m.

Perhitungan beban gempa pada struktur ini ditinjau dengan pengaruh gempa dinamik sesuai SNI 03-1726-2012. Analisisnya dilakukan berdasarkan analisis respon dinamik dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan.

#### **4.4.2.2.1 Arah pembebanan**

Beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan terjadi dalam arah sembarang (tidak terduga) baik dalam arah x dan y secara bolak-balik dan periodikal. Untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa rencana dalam arah utama harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa yang arahnya tegak lurus dengan arah utama dengan efektifitas 30%.

- Gempa Respon Spektrum X :  
100% efektivitas untuk arah X dan 30% efektivitas arah Y
- Gempa Respon Spektrum Y :  
100% efektivitas untuk arah Y dan 30% efektifitas arah X

#### **4.4.2.2.2 Parameter respon spektrum rencana**

Parameter respon spektrum rencana digunakan untuk menentukan gaya gempa rencana yang bekerja pada struktur. Pada tugas akhir ini, perhitungan gaya gempa digunakan analisis dinamik sesuai persyaratan SNI 03-1726-2012. Berikut adalah nilai parameter respon spektrum untuk wilayah surabaya dengan kondisi tanah lunak (kelas situs E) :

Tabel 4.16 Parameter Respon Gempa Wilayah Surabaya untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak)

PGA (g)	0.326
SS (g)	0.663
S1 (g)	0.248
CRS	0.992
CR1	0.929
FPGA	1.123
FA	1.373
FV	3.009
PSA (g)	0.366
SMS (g)	0.911
SM1 (g)	0.746
SDS (g)	0.607
SD1 (g)	0.497
T0 (detik)	0.164
TS (detik)	0.819

#### 4.4.2.2.3Faktor reduksi gempa (R)

Gedung ini direncanakan dengan sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus. Berdasarkan tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) = 5.5, nilai koefisien modifikasi respon ( $R$ ) = 8 dan nilai faktor kuat lebih sistem ( $\Omega$ ) = 3

#### 4.4.2.2.4Faktor keutamaan (I)

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan  $I_e$ . Gedung ini direncanakan sebagai bangunan perkantoran. Pada tabel 1 SNI

03-1726-2012 bangunan ini termasuk kategori II sehingga didapat nilai  $I = 1$ .

#### **4.4.2.3. Kontrol Desain**

Setelah dilakukan pemodelan struktur 3 dimensi dengan program bantu SAP 2000, hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batasan-batasan tertentu sesuai dengan peraturan SNI 03-1726-2012 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Adapun hal-hal yang harus dikontrol adalah sebagai berikut :

- Kontrol partisipasi massa.
- Kontrol periode getar struktur.
- Kontrol nilai akhir respon spektrum.
- Kontrol batas simpangan (*drift*)

Dari analisis tersebut juga diambil gaya dalam yang terjadi pada masing-masing elemen struktur untuk dilakukan pengecekan kapasitas penampang.

##### **4.4.2.3.1 Kontrol partisipasi massa**

Menurut SNI 1726-2012 ps 7.9.1, bahwa perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkomposisi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah

Dalam hal ini digunakan bantuan program SAP 2000 untuk mengeluarkan hasil partisipasi massa seperti pada Tabel 5.12 berikut :

Tabel 4.17 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran KOMINFO  
JATIM

Output Case	Step Type	Step Num	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,33	0,03021	0,00000327
MODAL	Mode	2	0,42	0,82	0,000007537
MODAL	Mode	3	0,87	0,87	0,000007541
MODAL	Mode	4	0,87	0,87	0,001015
MODAL	Mode	5	0,87	0,87	0,002566
MODAL	Mode	6	0,91	0,88	0,002583
MODAL	Mode	7	0,93	0,95	0,002586

Dari tabel di atas didapat partisipasi massa arah X sebesar 91% pada moda ke 6 dan partisipasi massa arah Y sebesar 95% pada moda ke 7 yang sudah dilakukan telah memenuhi syarat yang terdapat pada SNI-03-1726-2012 pasal 7.9.1 yaitu partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90%.

#### 4.4.2.3.2 Kontrol waktu getar alami fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi. Berdasarkan SNI 03-1726-2012, periode fundamental struktur harus ditentukan dari :

$$T = C_t \cdot h_n^x$$

Nilai T di atas adalah batas bawah periode struktur yang ditinjau. Untuk batas atas nya dikalikan dengan koefisien batas. Besarnya koefisien tersebut tergantung dari nilai  $S_{D1}$ .

Struktur perkantoran KOMINFO JATIM memiliki tinggi struktur 16,5 m. Pada struktur ini digunakan tipe struktur rangka

beton bertulang pemikul momen sehingga pada tabel 15 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai :

$$C_t = 0.0466$$

$$x = 0.9$$

$$h_n = 16,5 \text{ m}$$

maka :

$$T = 0.0466 \times 16,5^{0.9}$$

$$= 0,5809 \text{ s}$$

Nilai  $C_u$  didapat dari tabel 14 SNI 03-1726-2012, untuk nilai  $S_{D1} = 0,497$ , maka :

$$C_u \cdot T = 1.4 \times 0,5809 = 0,8133 \text{ s}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapat,

Tabel 4.18 Periode Struktur

Modal No.	Periode	Modal No.	Periode
	Sec		Sec
1	0,730191	5	0,257093
2	0,708905	6	0,234666
3	0,694645	7	0,230562
4	0,553471		

Dari tabel di atas didapat  $T = 0,730191 \text{ s}$ . Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai  $T$  masih lebih kecil dari  $C_u \times T$ . Jadi analisis struktur perkantoran KOMINFO JATIM masih memenuhi syarat SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.2.

#### 4.4.2.3.3 Kontrol nilai akhir respon spektrum

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respons statik. Rumus gaya geser statik adalah :

$$V = C_s \cdot W \quad (\text{SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.1})$$

Dimana :



$$C_s = \frac{SD_s}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,607}{\left(\frac{8}{7}\right)} = 0,075875$$

Nilai  $C_s$  di atas nilainya tidak perlu diambil lebih besar dari:

$$C_s = \frac{SD1}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,497}{0,5809\left(\frac{8}{7}\right)} = 0,1069 < 0,075875$$

(Not OK)

Maka diambil  $C_s = 0,075875$

Dan tidak lebih kecil dari :

$$\begin{aligned} C_s &= 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \\ &= 0,044 \cdot 0,607 \cdot 1 \\ &= 0,026708 < 0,075875 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

Dari program analisa struktur SAP2000, didapat berat total struktur adalah 3092198,01 kg. Maka :

$$\begin{aligned} V_{\text{statik}} &= C_s \cdot W \\ &= 0,0759 \cdot 3092198,01\text{kg} \\ &= 234620,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 didapatkan nilai gaya geser dasar (base shear) sebagai berikut :

Tabel 4.19 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	138520,76	43863,13
Gempa Arah Y	42097,46	144475,25

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :

$$\begin{aligned} V_{\text{dinamik}} &\geq 85\% \cdot V_{\text{statik}} \\ 138520,76\text{kg} &> 85\% \cdot 234620,5 \text{ kg} \\ 138520,76\text{kg} &> 199427,4 \text{ kg (NOT OK)} \end{aligned}$$

- Untuk gempa arah Y :

$$\begin{aligned} V_{\text{dinamik}} &\geq 85\% \cdot V_{\text{statik}} \\ 144475,25\text{kg} &> 85\% \cdot 234620,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$144475,25\text{kg} > 199427,4 \text{ kg (NOT OK)}$$

Dari kontrol di atas, analisis perkantoran KOMINFO JATIM masih belum memenuhi syarat nilai akhir respon. Pada Pasal 11.1.4 SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.4.2 dijelaskan apabila gaya geser dasar hasil analisis kurang dari 85%, maka harus diperbesar dengan faktor skala  $0,85 \cdot \frac{\square\square.\square}{\square}$ .

Untuk arah X :

$$0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V} = 0,85 \cdot \frac{234620,5}{138520,76} = 1,4397$$

Untuk arah Y :

$$0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V} = 0,85 \cdot \frac{234620,5}{144475,25} = 1,3804$$

Setelah dikali faktor skala di atas didapatkan gaya geser dasar sebagai berikut :

Tabel 4.20 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa  
Setelah Dikalikan dengan Faktor Skala

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	199469,89	63162,9
Gempa Arah Y	58111,33	199433,63

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$$

$$199469,89\text{kg} \geq 85\% \cdot 234620,5 \text{ kg}$$

$$199469,89\text{kg} \geq 199427,4 \text{ kg (OK)}$$

- Untuk gempa arah Y :

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$$

$$199433,63\text{kg} \geq 85\% \cdot 234620,5\text{kg}$$

$$199433,63\text{kg} \geq 199427,4 \text{ kg (OK)}$$

Dari kontrol di atas dapat disimpulkan bahwa analisis struktur perkantoran KOMINFO JATIM masih memenuhi persyaratan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.

#### 4.4.2.3.4 Kontrol batas simpangan antar lantai (*drift*)

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 untuk memenuhi persyaratan simpangan digunakan rumus :

$$\Delta_i \leq \Delta_a$$

Dimana :

$\Delta_i$  = Simpangan yang terjadi

$\Delta_a$  = Simpangan ijin antar lantai

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 1 :

$$\Delta_1 = C_d \cdot \delta_{e1} / I$$

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 2 :

$$\Delta_2 = (\delta_{e2} - \delta_{e1}) \cdot C_d / I$$

Dimana :

$\delta_{e1}$  = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 1

$\delta_{e2}$  = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 2

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi

$I$  = Faktor keutamaan gedung

Untuk sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus, dari tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai  $C_d = 5.5$  dan dari tabel 2 SNI 03-1726-2012 didapat nilai  $I = 1$ . Dari tabel 16 SNI 03-1726-2012 untuk sistem struktur yang lain simpangan antar tingkat ijinnya adalah :

$$\Delta_a = 0,025 \cdot h_{sx}$$

Dimana :

$h_{sx}$  = Tinggi tingkat dibawah tingkat x

- Untuk tinggi tingkat 4 m, simpangan ijinnya adalah

$$\Delta_a = 0,025 \cdot 4$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

$$= 100 \text{ mm}$$

- Untuk tinggi tingkat 4.5 m, simpangan ijinnya adalah

$$\Delta_a = 0,025 \cdot 4.5$$

$$= 0,1125 \text{ m}$$

$$= 112,5 \text{ mm}$$

Dari analisis akibat beban lateral (beban gempa) dengan program SAP 2000, diperoleh nilai simpangan yang terjadi pada struktur yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.21 Simpangan Antar Lantai yang Terjadi Akibat Beban Gempa

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X		Gempa Arah Y	
	Zi	Simpangan		Simpangan	
	(m)	X (mm)	Y (mm)	X (mm)	Y (mm)
4	16,5	18,33	5,53	5,55	17,10
3	12,5	15,93	4,83	4,83	14,93
2	8,5	11,57	3,53	3,51	10,92
1	4,5	5,67	1,73	1,72	5,35
0	0	0	0	0	0

Tabel 4.22 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	16,5	18,33	2,4	13,2	100	OK
3	12,5	15,93	4,36	23,98	100	OK
2	8,5	11,57	5,9	32,45	100	OK
1	4,5	5,67	5,67	31,19	112,5	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Tabel 4.23 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah Y				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	16,5	5,53	0,7	3,85	100	OK
3	12,5	4,83	1,3	7,15	100	OK
2	8,5	3,53	1,8	9,9	100	OK
1	4,5	1,73	1,73	9,52	112,5	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Tabel 4.24 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	16,5	5,55	0,72	3,96	100	OK
3	12,5	4,83	1,32	7,26	100	OK
2	8,5	3,51	1,79	9,85	100	OK
1	4,5	1,72	1,72	9,46	112,5	OK
0	0	0	0	0	0	OK

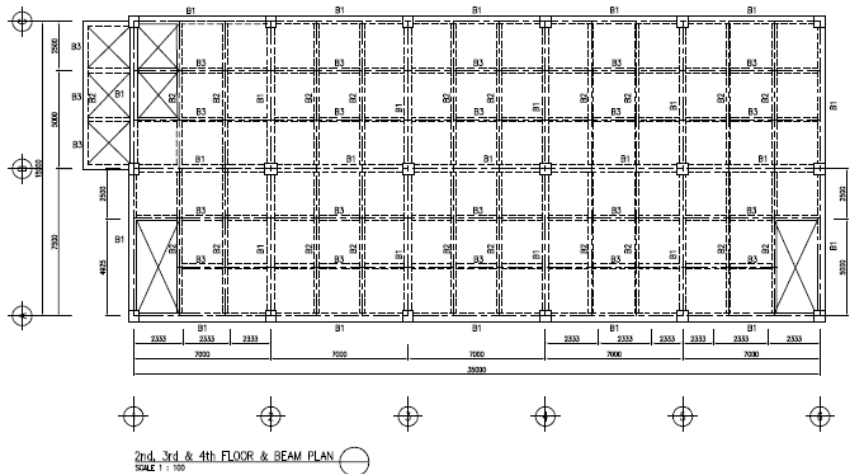
Tabel 4.25 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah Y				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	16,5	17,10	2,17	11,94	100	OK
3	12,5	14,93	4,01	22,06	100	OK
2	8,5	10,92	5,57	30,64	100	OK
1	4,5	5,35	5,35	29,43	112,5	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Dari hasil kontrol tabel di atas maka analisis struktur perkantoran KOMINFO JATIM memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 dan Pasal 7.12.1.

#### 4.4.3 Pemodelan Struktur Gedung PT. Alstom Power ESI

Struktur yang direncanakan adalah bangunan perkantoran yang terdiri dari 4 lantai perkantoran dengan total tinggi struktur 16,8 meter. Denah dari struktur yang ada dalam permodelan tugas akhir penulis adalah sebagai berikut :

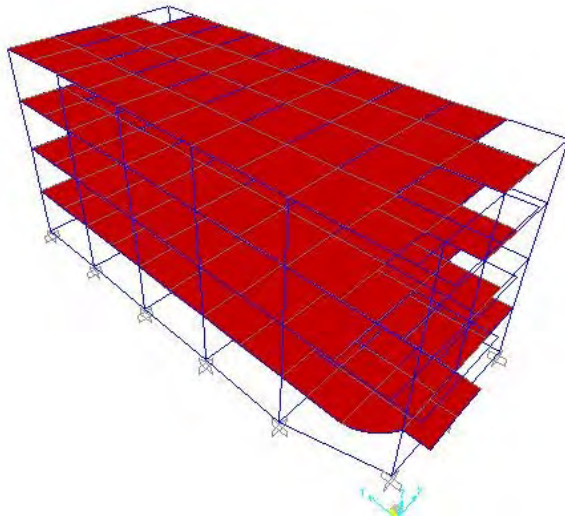


Gambar 4.25 Denah Struktur Perkantoran PT. ALSTOM Surabaya

Pada gambar 4.30 arah vertikal mengikuti arah sumbu Y global (sumbu model) dan sumbu X adalah arah horisontal gambar.

Permodelan struktur perkantoran PT. ALSTOM dilakukan menggunakan program bantu SAP 2000. Pada program SAP 2000, struktur perkantoran akan dimodelkan sesuai dengan kondisi yang nyata. Program ini akan membantu dalam beberapa perhitungan yang akan digunakan untuk mengecek apakah struktur sudah memenuhi persyaratan yang ada di SNI-1726-2012 (Gempa) dan SNI-2847-2013 (Beton).

Berikut adalah pemodelan yang sudah dilakukan dalam program SAP 2000 :



Gambar 4.26 Pemodelan SAP 2000 PT. ALSTOM  
SURABAYA

#### 4.4.3.1. Pembebanan Struktur Utama

Pembebanan struktur didasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG1983) dengan rincian sebagai berikut :

##### 1. Beban mati (*dead load*)

###### - Pelat atap

Berat aspal ( $t=2\text{cm}$ ) = $2 \times 14$	= 28 $\text{kg/m}^2$
Berat spesi	= 21 $\text{kg/m}^2$
Berat rangka+plafon = $(11+7)$	= 18 $\text{kg/m}^2$
Berat ducting plumbing	= 10 $\text{kg/m}^2$
	<hr/>
	= 77 $\text{kg/m}^2$ +

###### - Pelat lantai

Berat spesi ( $t=2\text{cm}$ ) = $2 \times 21$	= 42 $\text{kg/m}^2$
Berat keramik ( $t=1\text{cm}$ ) = $1 \times 24$	= 24 $\text{kg/m}^2$
Berat rangka+plafon = $(11+7)$	= 18 $\text{kg/m}^2$
Berat sanitasi	= 20 $\text{kg/m}^2$
Berat ducting plumbing	= 10 $\text{kg/m}^2$
	<hr/>
	= 114 $\text{kg/m}^2$ +



- $$= 114 \text{ kg/m}^2$$
- Berat sendiri
 

Berat pelat beton $t=0,15 \times 2400$	$= 360 \text{ kg/m}$
Berat pelat beton $t=0,12 \times 2400$	$= 288 \text{ kg/m} +$
	$= 648 \text{ kg/m}$
  - Beban dinding
 

Berat bata ringan ( $t=10\text{cm}$ , $h=4,2\text{m}$ )	$= 315 \text{ kg/m}$
---	----------------------

## 2. Beban hidup (*live load*)

Beban hidup adalah beban yang bertumpu pada bangunan yang memiliki kemungkinan untuk lepas dari bangunan tersebut. Beban hidup sudah termasuk perlengkapan ruangan dan dinding pemisah ringan (dinding partisi) yang beratnya tidak melebihi  $100 \text{ kg/m}^2$ . Rincian pembebanan untuk beban hidup adalah sebagai berikut :

- f. Lantai atap  $= 100 \text{ kg/m}^2$
- Lantai perkantoran  $= 250 \text{ kg/m}^2$

### g. Beban gempa (*earthquake load*)

Perhitungan beban gempa pada bangunan ini dilakukan dengan menganalisa beban gempa dinamik.

#### 4.4.3.1.1 Berat Total Bangunan

Perhitungan nilai total berat bangunan ini akan digunakan untuk menentukan gaya geser statik. Nilai tersebut digunakan untuk mengecek apakah perhitungan struktur perkantoran PT. ALSTOM yang menggunakan pembebanan gempa dinamik gaya geser nya sudah mencapai 80% gaya geser statik.

Pada tugas akhir ini perhitungan berat struktur diambil dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 untuk kombinasi 1D + 1L.

#### 4.4.3.2. Pembebanan Gempa Dinamis

Pada struktur perkantoran PT. ALSTOM ini mempunyai jumlah lantai 4 tingkat dengan ketinggian 16,8 m. Perhitungan beban gempa pada struktur ini ditinjau dengan pengaruh gempa

dinamik sesuai SNI 03-1726-2012. Analisisnya dilakukan berdasarkan analisis respon dinamik dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan.

#### **4.4.3.2.1 Arah pembebanan**

Beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan terjadi dalam arah sembarang (tidak terduga) baik dalam arah x dan y secara bolak-balik dan periodikal. Untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa rencana dalam arah utama harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa yang arahnya tegak lurus dengan arah utama dengan efektifitas 30%.

- Gempa Respon Spektrum X :  
100% efektivitas untuk arah X dan 30% efektivitas arah Y
- Gempa Respon Spektrum Y :  
100% efektivitas untuk arah Y dan 30% efektifitas arah X

#### **4.4.3.2.2 Parameter respon spektrum rencana**

Parameter respon spektrum rencana digunakan untuk menentukan gaya gempa rencana yang bekerja pada struktur. Pada tugas akhir ini, perhitungan gaya gempa digunakan analisis dinamik sesuai persyaratan SNI 03-1726-2012. Berikut adalah nilai parameter respon spektrum untuk wilayah surabaya dengan kondisi tanah lunak (kelas situs E) :

Tabel 4.26 Parameter Respon Gempa Wilayah Surabaya untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak)

PGA (g)	0.326
SS (g)	0.663
S1 (g)	0.248
CRS	0.992
CR1	0.929
FPGA	1.123
FA	1.373
FV	3.009
PSA (g)	0.366
SMS (g)	0.911
SM1 (g)	0.746
SDS (g)	0.607
SD1 (g)	0.497
T0 (detik)	0.164
TS (detik)	0.819

#### 4.4.3.2.3 Faktor reduksi gempa (R)

Gedung ini direncanakan dengan sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus. Berdasarkan tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) = 5.5, nilai koefisien modifikasi respon ( $R$ ) = 8 dan nilai faktor kuat lebih sistem ( $\Omega$ ) = 3

#### 4.4.3.2.4 Faktor keutamaan (I)

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan  $I_e$ . Gedung ini direncanakan sebagai bangunan perkantoran. Pada tabel 1 SNI

03-1726-2012 bangunan ini termasuk kategori II sehingga didapat nilai  $I = 1$ .

#### **4.4.3.3. Kontrol Desain**

Setelah dilakukan pemodelan struktur 3 dimensi dengan program bantu SAP 2000, hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batasan-batasan tertentu sesuai dengan peraturan SNI 03-1726-2012 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Adapun hal-hal yang harus dikontrol adalah sebagai berikut :

- Kontrol partisipasi massa.
- Kontrol periode getar struktur.
- Kontrol nilai akhir respon spektrum.
- Kontrol batas simpangan (*drift*)

Dari analisis tersebut juga diambil gaya dalam yang terjadi pada masing-masing elemen struktur untuk dilakukan pengecekan kapasitas penampang.

##### **4.4.3.3.1 Kontrol partisipasi massa**

Menurut SNI 1726-2012 ps 7.9.1, bahwa perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkomposisi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah

Dalam hal ini digunakan bantuan program SAP 2000 untuk mengeluarkan hasil partisipasi massa seperti pada Tabel 5.2 berikut :

Tabel 4.27 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran PT. ALSTOM

Output Case	Step Type	Step Num	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,78	0,00519	3,705E-08
MODAL	Mode	2	0,79	0,8	0,000001699
MODAL	Mode	3	0,8	0,8	0,000004923
MODAL	Mode	4	0,8	0,8	0,0003051
MODAL	Mode	5	0,93	0,8	0,0003076
MODAL	Mode	6	0,93	0,93	0,0003137

Dari tabel di atas didapat partisipasi massa arah X sebesar 93% pada moda ke 5 dan partisipasi massa arah Y sebesar 93% pada moda ke 6 yang sudah dilakukan telah memenuhi syarat yang terdapat pada SNI-03-1726-2012 pasal 7.9.1 yaitu partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90%.

#### 4.4.3.3.2 Kontrol waktu getar alami fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi. Berdasarkan SNI 03-1726-2012, periode fundamental struktur harus ditentukan dari :

$$T = C_t \cdot h_n^x$$

Nilai T di atas adalah batas bawah periode struktur yang ditinjau. Untuk batas atas nya dikalikan dengan koefisien batas. Besarnya koefisien tersebut tergantung dari nilai  $S_{D1}$ .

Struktur perkantoran PT. ALSTOM SURABAYA memiliki tinggi struktur 16,8 m. Pada struktur ini digunakan tipe struktur rangka beton bertulang pemikul momen sehingga pada tabel 15 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai :

$$C_t = 0.0466$$

$$x = 0.9$$

$$h_n = 16,8 \text{ m}$$

maka :

$$T = 0.0466 \times 16,8^{0.9} \\ = 0,590424 \text{ s}$$

Nilai  $C_u$  didapat dari tabel 14 SNI 03-1726-2012, untuk nilai  $S_{D1} = 0,497$ , maka :

$$C_u \cdot T = 1.4 \times 0,590424 = 0,826594 \text{ s}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapat,

Tabel 4.28 Perioda Struktur

Modal No.	Periode	Modal No.	Periode
	Sec		Sec
1	0,823105	4	0,458278
2	0,784544	5	0,292743
3	0,695138	6	0,284276

Dari tabel di atas didapat  $T = 0,823105 \text{ s}$ . Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai  $T$  masih lebih kecil dari  $C_u \times T$ . Jadi analisis struktur perkantoran PT. ALSTOM SURABAYA masih memenuhi syarat SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.2.

#### 4.4.3.3 Kontrol nilai akhir respon spektrum

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respons statik. Rumus gaya geser statik adalah :

$$V = C_s \cdot W \quad (\text{SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.1})$$

Dimana :

$$C_s = \frac{SD_s}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,607}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,075875$$

Nilai  $C_s$  di atas nilainya tidak perlu diambil lebih besar dari:

$$C_s = \frac{SD1}{T(\frac{R}{I_e})} = \frac{0,497}{0,5904(\frac{8}{7})} = 0,1052 < 0,075875$$

(Not OK)

Maka diambil  $C_s = 0,075875$

Dan tidak lebih kecil dari :

$$\begin{aligned} C_s &= 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \\ &= 0,044 \cdot 0,607 \cdot 1 \\ &= 0,026708 < 0,075875 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

Dari program analisa struktur SAP2000, didapat berat total struktur adalah 2274971,44 kg. Maka :

$$\begin{aligned} V_{\text{statik}} &= C_s \cdot W \\ &= 0,075875 \cdot 2274971,44 \text{ kg} \\ &= 172613,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 didapatkan nilai gaya geser dasar (base shear) sebagai berikut :

Tabel 4.29 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	72725,2	23347,61
Gempa Arah Y	22137,04	76816,4

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :

$$\begin{aligned} V_{\text{dinamik}} &\geq 85\% \cdot V_{\text{statik}} \\ 72725,2\text{kg} &> 85\% \cdot 172613,5 \text{ kg} \\ 72725,2\text{kg} &> 146721,4 \text{ kg (NOT OK)} \end{aligned}$$

- Untuk gempa arah Y :

$$\begin{aligned} V_{\text{dinamik}} &\geq 85\% \cdot V_{\text{statik}} \\ 76816,4\text{kg} &> 85\% \cdot 172613,5 \text{ kg} \\ 76816,4\text{kg} &> 146721,4 \text{ kg (NOT OK)} \end{aligned}$$

Dari kontrol di atas, analisis perkantoran PT. ALSTOM SURABAYA masih belum memenuhi syarat nilai akhir respon. Pada Pasal 11.1.4 SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.4.2 dijelaskan apabila gaya geser dasar hasil analisis kurang dari 85%, maka harus diperbesar dengan faktor skala  $0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V}$

Untuk arah X :

$$0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V} = 0,85 \cdot \frac{172613,5}{72725,2} = 2,0175$$

Untuk arah Y :

$$0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V} = 0,85 \cdot \frac{172613,5}{76816,4} = 1,91003$$

Setelah dikali faktor skala di atas didapatkan gaya geser dasar sebagai berikut :

Tabel 4.30 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Setelah Dikalikan dengan Faktor Skala

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	146723,09	47103,81
Gempa Arah Y	42281,76	146723,16

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$$

$$146723,09\text{kg} \geq 85\% \cdot 172613,5 \text{ kg}$$

$$146723,09\text{kg} \geq 146721,4 \text{ kg (OK)}$$

- Untuk gempa arah Y :

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$$

$$146723,16\text{kg} \geq 85\% \cdot 172613,5 \text{ kg}$$

$$146723,16\text{kg} \geq 146721,4 \text{ kg (OK)}$$

Dari kontrol di atas dapat disimpulkan bahwa analisis struktur perkantoran PT. ALSTOM SURABAYA masih memenuhi persyaratan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.



#### 4.4.3.3.4 Kontrol batas simpangan antar lantai (*drift*)

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 untuk memenuhi persyaratan simpangan digunakan rumus :

$$\Delta_i \leq \Delta_a$$

Dimana :

$\Delta_i$  = Simpangan yang terjadi

$\Delta_a$  = Simpangan ijin antar lantai

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 1 :

$$\Delta_1 = C_d \cdot \delta_{e1} / I$$

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 2 :

$$\Delta_2 = (\delta_{e2} - \delta_{e1}) \cdot C_d / I$$

Dimana :

$\delta_{e1}$  = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 1

$\delta_{e2}$  = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 2

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi

$I$  = Faktor keutamaan gedung

Untuk sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus, dari tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai  $C_d = 5.5$  dan dari tabel 2 SNI 03-1726-2012 didapat nilai  $I = 1$ . Dari tabel 16 SNI 03-1726-2012 untuk sistem struktur yang lain simpangan antar tingkat ijinnya adalah :

$$\Delta_a = 0,025 \cdot h_{sx}$$

Dimana :

$h_{sx}$  = Tinggi tingkat dibawah tingkat x

- Untuk tinggi tingkat 4,2 m, simpangan ijinnya adalah

$$\begin{aligned} \Delta_a &= 0,025 \cdot 4,2 \\ &= 0,105 \text{ m} \\ &= 105 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari analisis akibat beban lateral (beban gempa) dengan program SAP 2000, diperoleh nilai simpangan yang terjadi pada struktur yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.31 Simpangan Antar Lantai yang Terjadi Akibat Beban Gempa

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X		Gempa Arah Y	
	Zi	Simpangan		Simpangan	
	(m)	X (mm)	Y (mm)	X (mm)	Y (mm)
4	16,8	22,17	6,34	6,39	19,72
3	12,6	17,83	5,10	5,14	15,87
2	8,4	11,38	3,27	3,28	10,18
1	4,2	4,66	1,37	1,34	4,27
0	0	0	0	0	0

Tabel 4.32 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	16,8	22,17	4,34	23,87	105	OK
3	12,6	17,83	6,45	35,475	105	OK
2	8,4	11,38	6,72	36,96	105	OK
1	4,2	4,66	4,66	25,63	105	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Tabel 4.33 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah Y				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	16,8	6,34	1,24	6,82	105	OK
3	12,6	5,10	1,83	10,065	105	OK
2	8,4	3,27	1,9	10,45	105	OK
1	4,2	1,37	1,37	7,535	105	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Tabel 4.34 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	16,8	6,39	1,25	6,875	105	OK
3	12,6	5,14	1,86	10,23	105	OK
2	8,4	3,28	1,94	10,67	105	OK
1	4,2	1,34	1,34	7,37	105	OK
0	0	0	0	0	0	OK

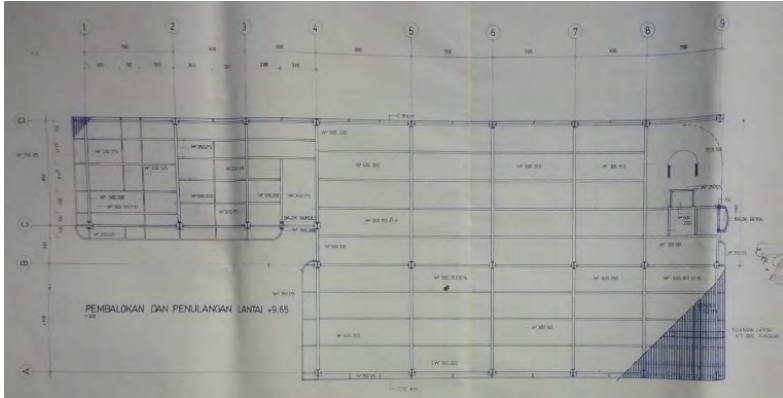
Tabel 4.35 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah Y				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	16,8	19,72	3,85	21,175	105	OK
3	12,6	15,87	5,69	31,295	105	OK
2	8,4	10,18	5,91	32,505	105	OK
1	4,2	4,27	4,27	23,485	105	OK
0	0	0	0	0	0	OK

Dari hasil kontrol tabel di atas maka analisis struktur perkantoran PT. ALSTOM memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 dan Pasal 7.12.1.

#### 4.4.4 Pemodelan Struktur Gedung Bank Permata Surabaya

Struktur yang direncanakan adalah bangunan perkantoran yang terdiri dari 4 lantai perkantoran dengan total tinggi struktur 20,02 meter. Denah dari struktur yang ada dalam permodelan tugas akhir penulis adalah sebagai berikut :

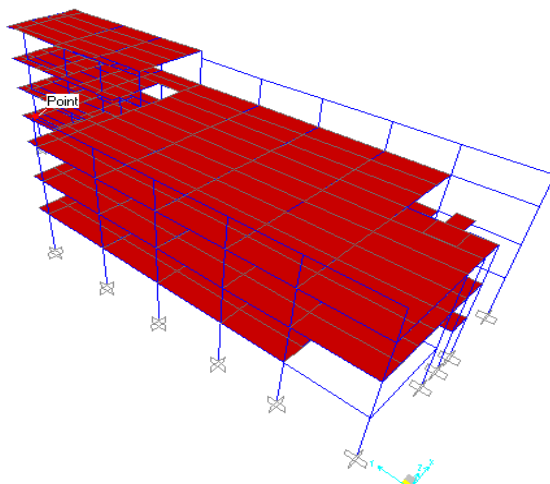


Gambar 4.27 Denah Struktur Perkantoran Bank Permata

Pada gambar 4.32 arah vertikal mengikuti arah sumbu Y global (sumbu model) dan sumbu X adalah arah horisontal gambar.

Permodelan struktur perkantoran Bank Permata dilakukan menggunakan program bantu SAP 2000. Pada program SAP 2000, struktur perkantoran akan dimodelkan sesuai dengan kondisi yang nyata. Program ini akan membantu dalam beberapa perhitungan yang akan digunakan untuk mengecek apakah struktur sudah memenuhi persyaratan yang ada di SNI-1726-2012 (Gempa) dan SNI-1729-2002 (Baja).

Berikut adalah pemodelan yang sudah dilakukan dalam program SAP 2000 :



Gambar 4.28 Pemodelan SAP 2000 Bank Permata

#### 4.4.4.1. Pembebanan Struktur Utama

Pembebanan struktur didasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG1983) dengan rincian sebagai berikut :

##### 1. Beban mati (*dead load*)

###### - Pelat lantai

Berat spesi ( $t=2\text{cm}$ ) = $2 \times 21$	= 42	$\text{kg/m}^2$
Berat keramik ( $t=1\text{cm}$ ) = $1 \times 24$	= 24	$\text{kg/m}^2$
Berat rangka+plafon = $(11+7)$	= 18	$\text{kg/m}^2$
Sanitasi	= 20	$\text{kg/m}^2$
Berat ducting plumbing	= 10	$\text{kg/m}^2$
	<hr/>	
	= 114	$\text{kg/m}^2$

###### - Berat sendiri

Berat pelat bondek = $10,1 \text{ kg/m}^2$	= 10.1	$\text{kg/m}^2$
Berat pelat beton = $0,12 \times 2400$	= 288	$\text{kg/m}$
	<hr/>	
	= 298.1	$\text{kg/m}$

###### - Beban dinding

$$\begin{aligned}\text{Berat bata (h=4,5m)} &= 1125 \text{ kg/m} \\ \text{Berat bata (h=4,95m)} &= 1237,5\text{kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{- Beban atap} & \\ \text{Berat total atap} &= 21192,86 \text{ kg}\end{aligned}$$

## 2. Beban hidup (*live load*)

Beban hidup adalah beban yang bertumpu pada bangunan yang memiliki kemungkinan untuk lepas dari bangunan tersebut. Beban hidup sudah termasuk perlengkapan ruangan dan dinding pemisah ringan (dinding partisi) yang beratnya tidak melebihi  $100 \text{ kg/m}^2$ . Rincian pembebanan untuk beban hidup adalah sebagai berikut :

### a. Beban Hidup

$$\text{Lantai atap} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Lantai perkantoran} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{b. Beban hujan} = 20 \text{ kg/m}^2$$

### c. Beban gempa (*earthquake load*)

Perhitungan beban gempa pada bangunan ini dilakukan dengan menganalisa beban gempa dinamik.

#### 4.4.4.1.1. Berat Total Bangunan

Perhitungan nilai total berat bangunan ini akan digunakan untuk menentukan gaya geser statik. Nilai tersebut digunakan untuk mengecek apakah perhitungan struktur perkantoran Bank Permata yang menggunakan pembebanan gempa dinamik gaya geser nya sudah mencapai 80% gaya geser statik.

Pada tugas akhir ini perhitungan berat struktur diambil dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 untuk kombinasi 1D + 1L.

#### 4.4.4.2. Pembebanan Gempa Dinamis

Pada struktur perkantoran Bank Permata ini mempunyai jumlah lantai 4 tingkat dengan ketinggian 20,02 m. Perhitungan beban gempa pada struktur ini ditinjau dengan pengaruh gempa

dinamik sesuai SNI 03-1726-2012. Analisisnya dilakukan berdasarkan analisis respon dinamik dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan.

#### 4.4.4.2.1. Arah pembebanan

Beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan terjadi dalam arah sembarang (tidak terduga) baik dalam arah x dan y secara bolak-balik dan periodikal. Untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa rencana dalam arah utama harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa yang arahnya tegak lurus dengan arah utama dengan efektifitas 30%.

- Gempa Respon Spektrum X :  
100% efektivitas untuk arah X dan 30% efektivitas arah Y
- Gempa Respon Spektrum Y :  
100% efektivitas untuk arah Y dan 30% efektifitas arah X

#### 4.4.4.2.2. Parameter respon spektrum rencana

Parameter respon spektrum rencana digunakan untuk menentukan gaya gempa rencana yang bekerja pada struktur. Pada tugas akhir ini, perhitungan gaya gempa digunakan analisis dinamik sesuai persyaratan SNI 03-1726-2012. Berikut adalah nilai parameter respon spektrum untuk wilayah surabaya dengan kondisi tanah lunak (kelas situs E) :

Tabel 4.36 Parameter Respon Gempa Wilayah Surabaya untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak)

PGA (g)	0.326
SS (g)	0.663
S1 (g)	0.248
CRS	0.992
CR1	0.929



FPGA	1.123
FA	1.373
FV	3.009
PSA (g)	0.366
SMS (g)	0.911
SM1 (g)	0.746
SDS (g)	0.607
SD1 (g)	0.497
T0 (detik)	0.164
TS (detik)	0.819

#### 4.4.4.2.3.Faktor reduksi gempa (R)

Gedung ini direncanakan dengan sistem rangka baja pemikul momen khusus. Berdasarkan tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) = 5,5, nilai koefisien modifikasi respon ( $R$ ) = 8 dan nilai faktor kuat lebih sistem ( $\Omega$ ) = 3

#### 4.4.4.2.4.Faktor keutamaan (I)

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan  $I_e$ . Gedung ini direncanakan sebagai bangunan perkantoran. Pada tabel 1 SNI 03-1726-2012 bangunan ini termasuk kategori II sehingga didapat nilai  $I = 1$ .

#### 4.4.4.3. Kontrol Desain

Setelah dilakukan pemodelan struktur 3 dimensi dengan program bantu SAP 2000, hasil analisis struktur harus dikontrol

terhadap suatu batasan-batasan tertentu sesuai dengan peraturan SNI 03-1726-2012 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Adapun hal-hal yang harus dikontrol adalah sebagai berikut :

- Kontrol partisipasi massa.
- Kontrol periode getar struktur.
- Kontrol nilai akhir respon spektrum.
- Kontrol batas simpangan (*drift*)

Dari analisis tersebut juga diambil gaya dalam yang terjadi pada masing-masing elemen struktur untuk dilakukan pengecekan kapasitas penampang.

#### 4.4.4.3.1 Kontrol partisipasi massa

Menurut SNI 1726 ps 7.9.1, bahwa perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah

Dalam hal ini digunakan bantuan program SAP 2000 untuk mengeluarkan hasil partisipasi massa seperti pada Tabel 5.2 berikut :

Tabel 4.37 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran Bank Permata

Output Case	Step Type	Step Num	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,000002043	0,74	3,671E-07
MODAL	Mode	2	0,01923	0,74	0,000003719
MODAL	Mode	3	0,87	0,74	0,000004467
MODAL	Mode	4	0,87	0,91	0,000005333
MODAL	Mode	5	0,87	0,93	0,00001274
MODAL	Mode	6	0,88	0,94	0,0000459
MODAL	Mode	7	0,93	0,94	0,00006986

Dari tabel di atas didapat partisipasi massa arah X sebesar 93% pada moda ke 7 dan partisipasi massa arah Y sebesar

91% pada moda ke 4. Maka dapat disimpulkan analisis struktur yang sudah dilakukan telah memenuhi syarat yang terdapat pada SNI-03-1726-2012 pasal 7.9.1 yaitu partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90%.

#### 4.4.4.3.2 Kontrol waktu getar alami fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental ( $T$ ) dari struktur gedung harus dibatasi. Berdasarkan SNI 03-1726-2012, periode fundamental struktur harus ditentukan dari :

$$T = C_t \cdot h_n^x$$

Nilai  $T$  di atas adalah batas bawah periode struktur yang ditinjau. Untuk batas atas nya dikalikan dengan koefisien batas. Besarnya koefisien tersebut tergantung dari nilai  $S_{D1}$ .

Struktur perkantoran Bank Permata memiliki tinggi struktur 20,02 m. Pada struktur ini digunakan tipe struktur rangka baja pemikul momen sehingga pada tabel 15 S NI 03-1726-2012 didapatkan nilai :

$$C_t = 0,0724$$

$$x = 0,8$$

$$h_n = 20,02 \text{ m}$$

maka :

$$\begin{aligned} T &= 0,0724 \times 20,02^{0,8} \\ &= 0,795994 \text{ s} \end{aligned}$$

Nilai  $C_u$  didapat dari tabel 14 SNI 03-1726-2012, untuk nilai  $S_{D1} = 0,497$ , maka :

$$C_u \cdot T = 1,4 \times 0,795994 = 1,114392 \text{ s}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapat,

Tabel 4.38 Periode Struktur

Modal No.	Periode	Modal No.	Periode
	Sec		Sec
1	1,849838	5	0,524762
2	1,228816	6	0,502625
3	1,198102	7	0,382248
4	0,692097		

Dari tabel di atas didapat  $T = 1,849838s$ . Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai lebih besar dari  $C_u \times T$ . Jadi analisis struktur perkantoran Bank Permata tidak memenuhi syarat SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.2. tentang kontrol waktu getar alami fundamental.

#### 4.4.4.3.3. Kontrol nilai akhir respon spektrum

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respons statik. Rumus gaya geser statik adalah :

$$V = C_s \cdot W \quad (\text{SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.1})$$

Dimana :

$$C_s = \frac{SD_s}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,607}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,0759$$

Nilai  $C_s$  di atas nilainya tidak perlu diambil lebih besar dari:

$$C_s = \frac{SD1}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,497}{0,0759\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,078 < 0,076$$

(Not OK)

Maka diambil  $C_s = 0,0759$

Dan tidak lebih kecil dari :

$$\begin{aligned} C_s &= 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \\ &= 0,044 \cdot 0,607 \cdot 1 \\ &= 0,026708 < 0,0759 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

Dari program analisa struktur SAP2000, didapat berat total struktur adalah 10875835.48 kg. Maka :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{statik}} &= C_s \cdot W \\
 &= 0,0759 \cdot 2438414,33\text{kg} \\
 &= 185014,7\text{kg}
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 didapatkan nilai gaya geser dasar (base shear) sebagai berikut :

Tabel 4.39 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	57001,32	11196,52
Gempa Arah Y	17112,42	37260,04

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{dinamik}} &\geq 85\% \cdot V_{\text{statik}} \\
 57001,32\text{kg} &> 85\% \cdot 185014,7\text{kg} \\
 57001,32\text{kg} &> 157262,5\text{kg} \text{ (Not OK)}
 \end{aligned}$$

- Untuk gempa arah Y :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{dinamik}} &\geq 85\% \cdot V_{\text{statik}} \\
 37260,04\text{kg} &> 85\% \cdot 185014,7\text{kg} \\
 37260,04\text{kg} &> 157262,5\text{kg} \text{ (Not OK)}
 \end{aligned}$$

Dari kontrol di atas, analisis perkantoran Bank Permata masih belum memenuhi syarat nilai akhir respon. Pada Pasal 11.1.4 SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.4.2 dijelaskan apabila gaya geser dasar hasil analisis kurang dari 85%, maka harus diperbesar dengan faktor skala  $0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V}$ .

Untuk arah X :

$$0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V} = 0,85 \cdot \frac{185014,7}{57001,32} = 2,76$$

Untuk arah Y :

$$0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V} = 0,85 \cdot \frac{185014,7}{37260,04} = 4,23$$

Setelah dikali faktor skala di atas didapatkan gaya geser dasar sebagai berikut :

Tabel 4.40 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Setelah Dikalikan dengan Faktor Skala

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	157323,65	30902,4
Gempa Arah Y	72385,53	157609,99

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :  
 $V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$   
 $157323,65\text{kg} > 85\% \cdot 185014,7\text{kg}$   
 $157323,65\text{kg} > 157262,5\text{kg}$  (OK)
- Untuk gempa arah Y :  
 $V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$   
 $157609,99\text{kg} > 85\% \cdot 185014,7\text{kg}$   
 $157609,99\text{kg} > 157262,5\text{kg}$  (OK)

Dari kontrol di atas dapat disimpulkan bahwa analisis struktur perkantoran Bank Permata masih memenuhi persyaratan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.

#### 4.4.4.3.4 Kontrol batas simpangan antar lantai (*drift*)

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 untuk memenuhi persyaratan simpangan digunakan rumus :

$$\Delta_i \leq \Delta_a$$

Dimana :

$\Delta_i$  = Simpangan yang terjadi

$\Delta_a$  = Simpangan ijin antar lantai

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 1 :

$$\Delta_1 = C_d \cdot \delta_{e1} / I$$

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 2 :

$$\Delta_2 = (\delta_{e2} - \delta_{e1}) \cdot C_d / I$$

Dimana :

$\delta_{e1}$  = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 1

$\delta_{e2}$  = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 2

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi

$I$  = Faktor keutamaan gedung

Untuk sistem rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah, dari tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai  $C_d = 4.5$  dan dari tabel 2 SNI 03-1726-2012 didapat nilai  $I = 1$ . Dari tabel 16 SNI 03-1726-2012 untuk sistem struktur yang lain simpangan antar tingkat ijinnya adalah :

$$\Delta_a = 0,025 \cdot h_{sx}$$

Dimana :

$h_{sx}$  = Tinggi tingkat dibawah tingkat x

- Untuk tinggi tingkat 4 m, simpangan ijinnya adalah
 
$$\begin{aligned}\Delta_a &= 0,025 \cdot 4,5 \\ &= 0,1125 \text{ m} \\ &= 112,5 \text{ mm}\end{aligned}$$
- Untuk tinggi tingkat 4,95 m, simpangan ijinnya adalah
 
$$\begin{aligned}\Delta_a &= 0,025 \cdot 4,95 \\ &= 0,124 \text{ m} \\ &= 124 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dari analisis akibat beban lateral (beban gempa) dengan program SAP 2000, diperoleh nilai simpangan yang terjadi pada struktur yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.41 Simpangan Antar Lantai yang Terjadi Akibat Beban Gempa

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X		Gempa Arah Y	
	Zi	Simpangan		Simpangan	
	(m)	X (mm)	Y (mm)	X (mm)	Y (mm)
4	18,65	43,93	22,99	20,29	117,13
3	14,5	38,32	18,34	17,66	93,68
2	9,65	27,65	9,03	12,73	46,10
1	5,15	13,02	3,82	6,00	19,52
0	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 4.42 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	18,65	43,93	5,61	30,855	112,5	OK
3	14,5	38,32	10,67	58,685	112,5	OK
2	9,65	27,65	14,63	80,465	112,5	OK
1	5,15	13,02	13,02	71,61	124	OK
0	0,20	0,00	0	0	0	OK



Tabel 4.43 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah Y				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	18,65	22,99	4,65	25,575	112,5	OK
3	14,5	18,34	9,31	51,205	112,5	OK
2	9,65	9,03	5,21	28,655	112,5	OK
1	5,15	3,82	3,82	21,01	124	OK
0	0,20	0	0	0	0	OK

Tabel 4.44 Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	18,65	20,29	2,63	14,465	112,5	OK
3	14,5	17,66	4,93	27,115	112,5	OK
2	9,65	12,73	6,73	37,015	112,5	OK
1	5,15	6,00	6	33	124	OK
0	0,20	0	0	0	0	OK

Tabel 4.45 Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Beban Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah Y				
	(m)	$\Delta$ (mm)	$\delta_{ei}$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	
4	18,65	117,13	23,45	128,975	112,5	NO
3	14,5	93,68	47,58	261,69	112,5	NO
2	9,65	46,10	26,58	146,19	112,5	NO
1	5,15	19,52	19,52	107,36	124	OK
0	0,20	0,00	0	0	0	OK

Dari hasil kontrol tabel di atas maka analisis struktur perkantoran Bank Permata memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 dan Pasal 7.12.1. kecuali untuk simpangan arah y gempa arah y.

Sehingga dapat disimpulkan untuk Gedung Bank Permata Surabaya tidak memenuhi persyaratan kontrol waktu getar alami fundamental dan kontrol drift untuk simpangan arah y gempa arah y, hal tersebut dikarenakan gedung permata dibangun pada tahun 1985 dan pada tahun tersebut belum ada persyaratan tentang kontrol gempa termasuk kontrol waktu getar alami fundamental dan kontrol drift karena permodelan gempanya masih menggunakan permodelan gempa secara statis, sedangkan ketentuan tentang kontrol waktu getar alami fundamental dan lain-lain digunakan untuk permodelan beban gempa dinamis yang diatur pada SNI 1726-2002 keatas.

#### 4.4.5 Rekapitulasi Hasil RVS FEMA 154 dan SNI 03 1726 2012

Nama Gedung	FORM FEMA 154		SNI 03 1726 2012
	Moderate Seismicity	High Seismicity	
BPBD JATIM	Aman	Aman	Memenuhi
KOMINFO JATIM	Aman	Aman	Memenuhi
PT. Alstom Power ESI Surabaya	Aman	Aman	Memenuhi
Bank Permata Surabaya	Aman	Tidak Aman	Tidak Memenuhi Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental dan Kontrol Drift

*“halaman sengaja dikosongkan”*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari formulir RVS dan Analisis menggunakan SAP 2000, gedung yang digunakan sebagai studi kasus antara lain Kantor BPBD JATIM, KOMINFO JATIM, dan PT. Alstom Power ESI dinyatakan aman terhadap gempa baik oleh Metode RVS untuk High Seismicity maupun SNI 03-1726-2012, kecuali untuk Bank Permata Surabaya, dimana gedung ini dinyatakan tidak aman baik oleh Metode RVS maupun oleh SNI 03-1726-2012 dimana bangunan ini tidak memenuhi persyaratan kontrol waktu getar alami fundamental dan kontrol drift simpangan arah y gempa arah y yang diatur dalam SNI-03-1726-2012, sedangkan bila ditinjau dari kekuatan balok dan kolom pada struktur utama, bangunan ini dinyatakan aman. Bangunan-bangunan tersebut berada di Kota Surabaya dan Sidoarjo yang mana kedua kota tersebut berada pada zona gempa sedang Indonesia, namun termasuk kategori Moderate Seismicity untuk pembagian wilayah gempa menurut Metode RVS pada FEMA 154.

Setiap jenis bangunan memiliki faktor yang paling mempengaruhi kerentanan terhadap gempa yang berbeda-beda, dimana untuk jenis bangunan kayu ketidakberaturan vertikal, *design code*, *design load* dan ketidakberaturan datar adalah faktor yang paling berpengaruh. Untuk jenis bangunan baja faktor yang paling mempengaruhi adalah *design code*, dan jenis tanah E. Untuk jenis bangunan beton faktor yang paling mempengaruhi adalah ketidakberaturan vertikal, tanah tipe E, *design load* yang

digunakan. Sedangkan untuk bangunan beton pracetak dan bangunan batu faktor yang paling mempengaruhi adalah *design load*, tanah tipe E dan ketidakberaturan vertikal. Dan yang terakhir untuk jenis bangunan pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall faktor yang paling mempengaruhi adalah tipe tanah E dan ketidakberaturan vertikal. Sehingga dalam pelaksanaan metode RVS, faktor-faktor tersebut harus mendapat perhatian lebih karena memiliki kontribusi yang signifikan dalam penentuan skor akhir dan dalam pengaruh gempa pada bangunan tersebut.

## 5.2 Saran

Dalam tugas akhir ini telah dilakukan pembagian wilayah gempa dan penentuan precode dan post-benchmark yang sesuai untuk bangunan di Indonesia. Namun dikemudian hari jika dirasa perlu diharapkan adanya penyempurnaan sehingga bisa digunakan untuk memetakan bangunan di Indonesia dengan lebih baik agar resiko keruntuhan bangunan apabila terjadi gempa dapat diminimalisir.

Setiap bangunan memiliki kerentanannya masing-masing terhadap gempa, maka ada baiknya dalam membangun suatu bangunan sebisa mungkin memperhatikan hal-hal berikut ini:

1. Untuk jenis bangunan dari kayu. Memperhatikan *design load* dan *design code* yang digunakan, dan jangan mendesain bangunan yang memiliki ketidakberaturan vertikal maupun datar.
2. Untuk jenis bangunan dari baja. Hindari mendirikan bangunan jenis baja pada jenis tanah E dan perhatikan *design code* yang digunakan.

3. Untuk jenis bangunan beton. Hindari mendirikan bangunan dari beton dengan ketidakberaturan vertikal atau pada tipe tanah E. Selain itu perhatikan juga *design load* yang digunakan apakah sudah sesuai dengan peraturan terbaru yang digunakan di Indonesia.
4. Untuk jenis bangunan beton pracetak dan bangunan batu faktor perhatikan *design load* yang digunakan, dan sebisa mungkin tidak membangun bangunan beton pada jenis tanah E serta hindari bangunan yang memiliki ketidakberaturan vertikal.
5. Dan yang terakhir untuk jenis bangunan pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall faktor yang paling mempengaruhi adalah jenis tanah E dan ketidakberaturan vertikal maka sebisa mungkin hindari dua faktor tersebut.

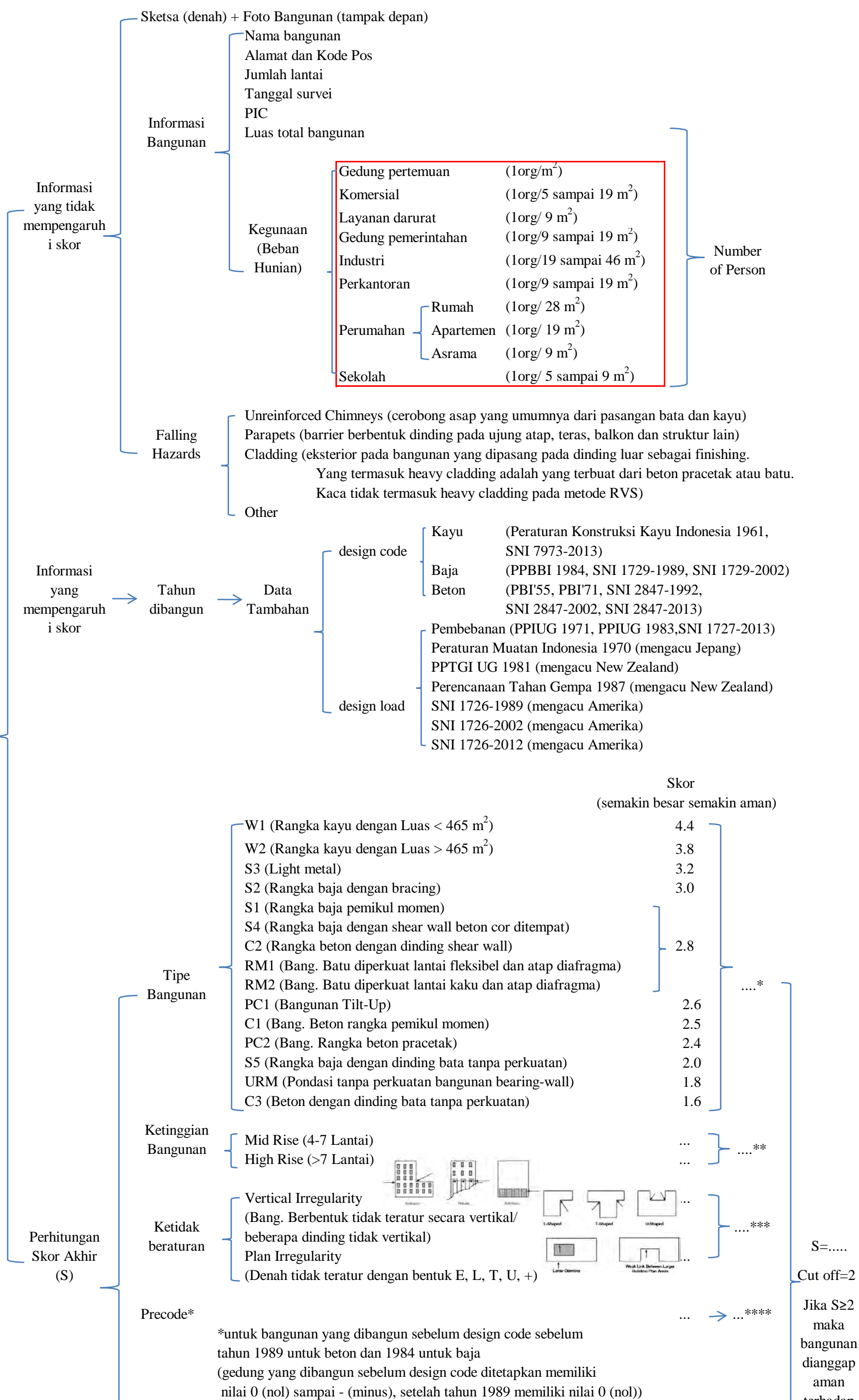
*“halaman sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- Achs, G. dan Adam, C., 2012. "A Rapid-Visual-Screening Methodology for the Seismic Vulnerability Assessment of Historic Brick-Masonry Building in Vienna". **Bull Earthquake Eng** 10, 1833-1856.
- ASCE, 1998, **Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings — A Pre-standard**, prepared by the American Society of Civil Engineers for the Federal Emergency Management Agency, FEMA 310 Report, Washington D.C. ASCE, 2000, Prestanda
- ATC, 1988, **Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook**, prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, FEMA 154 Report, Washington D.C.
- ATC, 2002, **Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (2nd edition)**, prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, FEMA 154 Report, Washington D.C.
- ATC. 2002b. **Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation**, prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, FEMA 155 2nd Ed, Redwood.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2013, **Data dan Informasi Bencana Indonesia, Jakarta.**
- Badan Standarisasi Nasional, 2012, **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726, Jakarta.**

- Nuri, F.A., 2014. “Studi Literatur Rapid Visual Screening untuk Mengetahui Potensi Kerentanan Bangunan Terhadap Bahaya Gempa”. **Jurnal Teknik Pomits**1, 1-6
- Joshi, G.C. dan Kumar, R., 2010. “Preliminary Seismic Vulnerability Assessment of Mussoorie Town, Uttarakhand (India)”. **Journal of Building Appraisal**5, 357–368.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2013, **Profil Kota/Kabupaten Surabaya**, Direktorat Jenderal Cipta Karya , Surabaya.
- NBS, 1980, **Development of a Probability Based Load Criterion for American National Standard A58.1, NBS Special Publication 577**, National Bureau of Standards, Washington D.C. 82
- Sobaih, M.E. dan Nazif, M.A., 2012. “A Proposed Methodology for Seismic Risk Evaluation of Existing reinforced School Building”. **HBRC Journal** 8, 204-211.



	Post Benchmark*	...	→	...****	
	* untuk bangunan yang dibangun dengan design load tahun 1989 keatas (gedung yang dibangun sebelum design load tahun 1989 memiliki nilai 0 (nol), setelah tahun 1989 memiliki nilai + (plus))				
Jenis Tanah	<div> <div></div> <div> A (Hard Rock)  B (Avg. Rock)  C (Dense Soil)  D (Stiff Soil)  E (Soft Soil)  F (Poor soil) </div> </div>	<div> <div>N/A</div> <div>N/A</div> <div>...</div> <div>...</div> <div>...</div> <div>N/A</div> </div>		<div> <div></div> <div>...*</div> </div>	

\*pilih salah satu yang sesuai

\*\*pilih salah satu atau tidak sama sekali jika jumlah lantai <4 (semakin tinggi bangunan maka semakin besar skor, semakin aman)

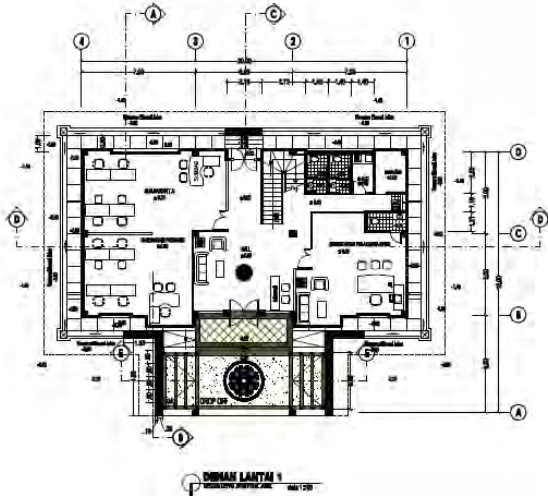

\*\*\* pilih salah satu atau jumlahkan keduanya (semakin tidak beraturan, semakin mengurangi skor)

\*\*\*\* hanya diisi jika memenuhi persyaratan

## Lampiran 2: Form RVS Moderate Seismicity BPBD JATIM

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

MODERATE Seismicity

		Address: <i>Jl. Jendral S. Parman No. 55 Sidoarjo</i> Zip: <i>61256</i>														
		Other Identifiers: - No. Stories: <i>2</i> Year Built: <i>2010</i> Screener: <i>Dyah Widya DH</i> Date: <i>2 Maret 2015</i> Total Floor Area (sq. Ft.): <i>4758 ft²</i> Building Name: <i>BPBD Prov JATIM</i> Use: <i>OFFICE</i>														
																
Scale:																
OCCUPANCY		SOIL TYPE														
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons: 0-10 101-1000 1000+													
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S																
BUILDING TYPE	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
FINAL SCORE, S		2,6 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)														
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa																
COMMENTS <i>Bangunan BPBD JATIM dibangun pada tahun 2011, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.</i>															Detailed Evaluation Required  YES NO	

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

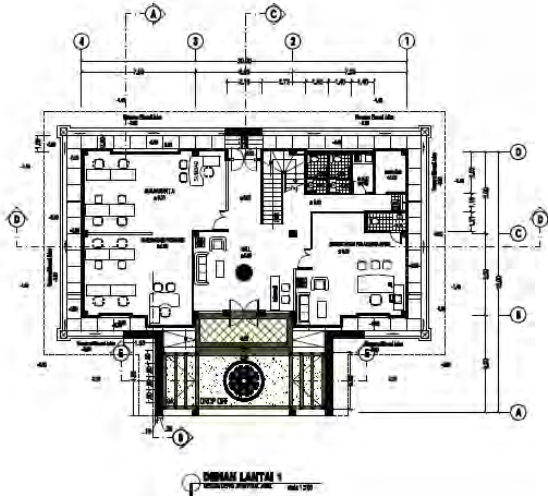

TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill

### Lampiran 3: Form RVS High Seismicity BPBD JATIM

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

 <p>Scale:</p>	<p>Address: <i>Jl. Jendral S. Parman No. 55 Sidoarjo</i> Zip: <i>61256</i></p> <p>Other Identifiers: -</p> <p>No. Stories: <i>2</i>      Year Built: <i>2010</i>              Screener: <i>Dyah Widya DH</i>      Date: <i>2 Maret 2015</i>              Total Floor Area (sq. Ft.): <i>4758 ft²</i>              Building Name: <i>BPBD Prov JATIM</i>              Use: <i>OFFICE</i></p> 																																																																																																																																																																																
<b>OCCUPANCY</b> <b>SOIL TYPE</b> <b>FALLING HAZARDS</b>																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Assembly</td> <td>Govt</td> <td><b>Office</b></td> <td>Number of Persons</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td><b>E</b></td> <td>F</td> <td>Unreinforced</td> <td>Parapets</td> <td>Cladding</td> <td>Other:</td> </tr> <tr> <td>Commercial</td> <td>Historic</td> <td>Residential</td> <td>0-10</td> <td>Hard</td> <td>Avg.</td> <td>Dense</td> <td>Stiff</td> <td>Soft</td> <td>Poor</td> <td>Chimneys</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emer. Services</td> <td>Industrial</td> <td>School</td> <td>101-1000</td> <td>Rock</td> <td>Rock</td> <td>Soil</td> <td>Soil</td> <td>Soil</td> <td>Soil</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Assembly	Govt	<b>Office</b>	Number of Persons	A	B	C	D	<b>E</b>	F	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:	Commercial	Historic	Residential	0-10	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor	Chimneys				Emer. Services	Industrial	School	101-1000	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil																																																																																																																																										
Assembly	Govt	<b>Office</b>	Number of Persons	A	B	C	D	<b>E</b>	F	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:																																																																																																																																																																				
Commercial	Historic	Residential	0-10	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor	Chimneys																																																																																																																																																																							
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil																																																																																																																																																																								
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <th>BUILDING TYPE</th> <th>W1</th> <th>W2</th> <th>S1 (MRF)</th> <th>S2 (BR)</th> <th>S3 (LM)</th> <th>S4 (RCSW)</th> <th>S5 (URM INF)</th> <th><b>C1</b> (MRF)</th> <th>C2 (SW)</th> <th>C3 (URM INF)</th> <th>PC1 (TU)</th> <th>PC2</th> <th>RM1 (FD)</th> <th>RM2 (RD)</th> <th>URM</th> </tr> <tr> <td>Basic Score</td> <td>4.4</td> <td>3.8</td> <td>2.8</td> <td>3.0</td> <td>3.2</td> <td>2.8</td> <td>2.0</td> <td><b>2.5</b></td> <td>2.8</td> <td>1.6</td> <td>2.6</td> <td>2.4</td> <td>2.8</td> <td>2.8</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>Mid Rise (4 to 7 Stories)</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>+0.2</td> <td>+0.4</td> <td>N/A</td> <td>+0.4</td> <td>+0.4</td> <td>+0.4</td> <td>+0.4</td> <td>+0.2</td> <td>N/A</td> <td>+0.2</td> <td>+0.4</td> <td>+0.4</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>High Rise (&gt;7 stories)</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>+0.6</td> <td>+0.8</td> <td>N/A</td> <td>+0.8</td> <td>+0.8</td> <td>+0.6</td> <td>+0.8</td> <td>+0.3</td> <td>N/A</td> <td>+0.4</td> <td>N/A</td> <td>+0.6</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Vertical Irregularity</td> <td>-2.5</td> <td>-2.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.5</td> <td>N/A</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.5</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>N/A</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> </tr> <tr> <td>Plan Irregularity</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td>Pre-Code</td> <td>0.0</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-0.8</td> <td>-0.6</td> <td>-0.8</td> <td>-0.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-0.2</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-1.0</td> <td>-0.8</td> <td>-0.2</td> </tr> <tr> <td>Post-Benchmark</td> <td>+2.4</td> <td>+2.4</td> <td>+1.4</td> <td>+1.4</td> <td>N/A</td> <td>+1.6</td> <td>N/A</td> <td><b>+1.4</b></td> <td>+2.4</td> <td>N/A</td> <td>+2.4</td> <td>N/A</td> <td>+2.8</td> <td>+2.6</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Soil Type C</td> <td>0.0</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> </tr> <tr> <td>Soil Type D</td> <td>0.0</td> <td>-0.8</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.4</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.4</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> </tr> <tr> <td>Soil Type E</td> <td>0.0</td> <td>-0.8</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-1.2</td> <td>-0.8</td> <td><b>-1.2</b></td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.4</td> <td>-1.2</td> <td>-0.4</td> <td>-0.6</td> <td>-0.8</td> </tr> </table>		BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	<b>C1</b> (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	<b>2.5</b>	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8	Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0	High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A	Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2	Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	<b>+1.4</b>	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A	Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	<b>-1.2</b>	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	<b>C1</b> (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM																																																																																																																																																																		
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	<b>2.5</b>	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8																																																																																																																																																																		
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0																																																																																																																																																																		
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A																																																																																																																																																																		
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0																																																																																																																																																																		
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5																																																																																																																																																																		
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2																																																																																																																																																																		
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	<b>+1.4</b>	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A																																																																																																																																																																		
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4																																																																																																																																																																		
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6																																																																																																																																																																		
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	<b>-1.2</b>	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8																																																																																																																																																																		
<b>FINAL SCORE, S      2,7 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)</b>																																																																																																																																																																																	
<b>Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa</b>																																																																																																																																																																																	
<b>COMMENTS</b> <i>Bangunan BPBD JATIM dibangun pada tahun 2011, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.</i>															<b>Detailed Evaluation Required</b>																																																																																																																																																																		
<b>YES      <b>NO</b></b>																																																																																																																																																																																	

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

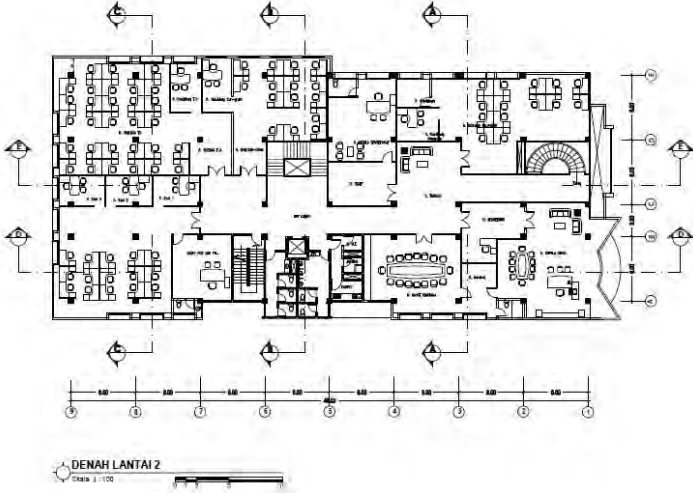

TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill

# Lampiran 4: Form RVS Moderate Seismicity KOMINFO JATIM

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

MODERATE Seismicity

		Address: Jl. Jend A. Yani 242-244 Surabaya Zip: 60235													
		Other Identifiers: - No. Stories: 4 Screener: Dyah Widya DH Total Floor Area (sq. Ft.): 43400 ft <sup>2</sup> Building Name: Dinas KOMINFO Prov JATIM Use: OFFICE													
															
Scale:															
<b>OCCUPANCY</b> Assembly Commercial Emer. Services Govt Historic Industrial Office Residential School Number of Persons 0-10 11-100 101-1000 1000+		<b>SOIL TYPE</b> A Hard Rock B Avg. Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil													
		<b>FALLING HAZARDS</b> Unreinforced Chimneys Parapets Cladding Other:													
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
<b>BUILDING TYPE</b>	<b>W1</b>	<b>W2</b>	<b>S1</b> (MRF)	<b>S2</b> (BR)	<b>S3</b> (LM)	<b>S4</b> (RCSW)	<b>S5</b> (URM INF)	<b>C1</b> (MRF)	<b>C2</b> (SW)	<b>C3</b> (URM INF)	<b>PC1</b> (TU)	<b>PC2</b>	<b>RM1</b> (FD)	<b>RM2</b> (RD)	<b>URM</b>
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.3	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>FINAL SCORE, S</b>		2.8 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)													
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa															
<b>COMMENTS</b> Bangunan KOMINFO JATIM dibangun pada tahun 2010, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.															Detailed Evaluation Required  YES NO

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

TU = Tilt up

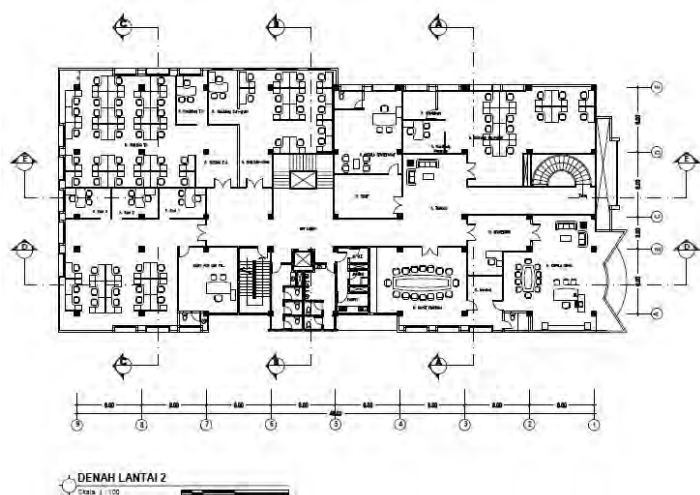

URM INF = Unreinforced masonry infill



## Lampiran 5: Form RVS High Seismicity KOMINFO JATIM

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

 <p>DENAH LANTAI 2 Scale: 1:100</p>		Address: Jl. Jend A. Yani 242-244 Surabaya Zip: 60235													
		Other Identifiers: - No. Stories: 4 Screener: Dyah Widya DH Total Floor Area (sq. Ft.): 43400 ft <sup>2</sup> Building Name: Dinas KOMINFO Prov JATIM Use: OFFICE													
															
Scale:															
<b>OCCUPANCY</b> Assembly Commercial Emer. Services Govt Historic Industrial <b>Office Residential School</b> Number of Persons 0-10 <b>101-1000</b> 11-100 1000+		<b>SOIL TYPE</b> A Hard Rock B Avg. Rock C Dense Soil D Stiff Soil <b>E Soft Soil</b> F Poor Soil													
		<b>FALLING HAZARDS</b> Unreinforced Chimneys Parapets Cladding Other:													
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
<b>FINAL SCORE, S</b>		<b>3,1 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)</b>													
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa															
<b>COMMENTS</b> Bangunan KOMINFO JATIM dibangun pada tahun 2010, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.														Detailed Evaluation Required  YES NO	

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

TU = Tilt up

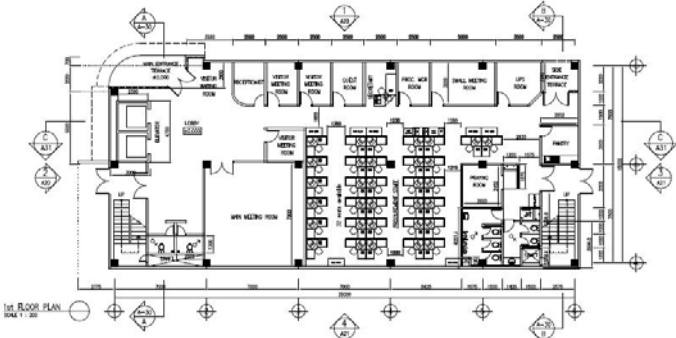

URM INF = Unreinforced masonry infill



# Lampiran 6: Form RVS Moderate Seismicity PT. Alstom Power ESI

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

MODERATE Seismicity

		Address: <i>Jl. Panti Mulia Baru Ujung Semampir Surabaya</i> Zip: <i>60155</i>													
		Other Identifiers: - No. Stories: <i>4</i> Year Built: <i>2010</i> Screened by: <i>Dyah Widya DH</i> Date: <i>20 Maret 2015</i> Total Floor Area (sq. Ft.): <i>22604 ft²</i> Building Name: <i>PT. Alstom Power Esi</i> Use: <i>OFFICE</i>													
Scale:															
<b>OCCUPANCY</b> Assembly Commercial Emer. Services Govt Historic Industrial Office Residential School Number of Persons 0-10 101-1000 11-100 1000+		<b>SOIL TYPE</b> A Hard Rock B Avg. Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil													
<b>FALLING HAZARDS</b> Unreinforced Chimneys Parapets Cladding Other:															
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.3	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>FINAL SCORE, S</b>		<b>3,4 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)</b>													
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa															
<b>COMMENTS</b> Bangunan PT. ALSTOM Surabaya dibangun pada tahun 2010, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.														Detailed Evaluation Required  YES NO	

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

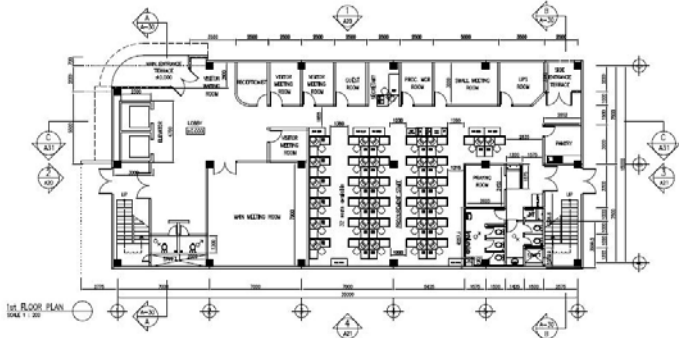

TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill

## Lampiran 7: Form RVS High Seismicity PT. Alstom Power ESI

### Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

		Address: <i>Jl. Panti Mulia Baru Ujung Semampir Surabaya</i> Zip: <i>60155</i>													
		Other Identifiers: - No. Stories: <i>4</i> Year Built: <i>2010</i> Screener: <i>Dyah Widya DH</i> Date: <i>20 Maret 2015</i> Total Floor Area (sq. Ft.): <i>22604 ft²</i> Building Name: <i>PT. Alstom Power Esi</i> Use: <i>OFFICE</i>													
Scale:															
<b>OCCUPANCY</b> Assembly Commercial Emer. Services Govt Historic Industrial <input checked="" type="radio"/> Office Residential School		<b>SOIL TYPE</b> A Hard Rock    B Avg. Rock    C Dense Soil <input checked="" type="radio"/> D Stiff Soil    E Soft Soil    F Poor Soil													
Number of Persons <input checked="" type="radio"/> 0-10 <input type="radio"/> 11-100 <input type="radio"/> 101-1001 <input type="radio"/> 1000+		<b>FALLING HAZARDS</b> Unreinforced Chimneys    Parapets    Cladding    Other:													
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	<input checked="" type="radio"/> C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	<input checked="" type="radio"/> 2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	<input checked="" type="radio"/> +0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	<input checked="" type="radio"/> +1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	<input checked="" type="radio"/> -0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	<input checked="" type="radio"/> -0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
<b>FINAL SCORE, S</b>		<b>3,7 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)</b>													
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa															
<b>COMMENTS</b> Bangunan PT. ALSTOM Surabaya dibangun pada tahun 2010, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.														Detailed Evaluation Required  YES <input checked="" type="radio"/> NO	

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

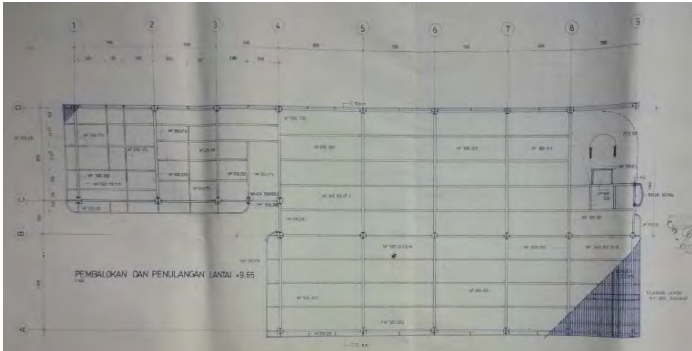

TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill

# Lampiran 8: Form RVS Moderate Seismicity Bank Permata Surabaya

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

MODERATE Seismicity

		Address: <i>Jl. Tunjungan No 52 Surabaya</i> Zip: <i>60275</i>													
		Other Identifiers: - No. Stories: <i>4</i> Year Built: <i>1985</i> Screener: <i>Dyah Widya DH</i> Date: <i>5 Mei 2015</i> Total Floor Area (sq. Ft.): <i>41252 ft²</i> Building Name: <i>Bank Permata Surabaya</i> Use: <i>OFFICE</i>													
															
Scale:															
<b>OCCUPANCY</b> Assembly Commercial Emer. Services Govt Historic Industrial Office Residential School Number of Persons 0-10 101-1000 11-100 1000+		<b>SOIL TYPE</b> A Hard Rock B Avg. Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil													
<b>FALLING HAZARDS</b> Unreinforced Chimneys Parapets Cladding Other:															
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
FINAL SCORE, S	2,5 (>2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)														
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa															
COMMENTS Bangunan Bank Permata Surabaya dibangun pada tahun 1985, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan PPBBI 1984 dan peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung (PPTIUG) 1983.															Detailed Evaluation Required  YES NO

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

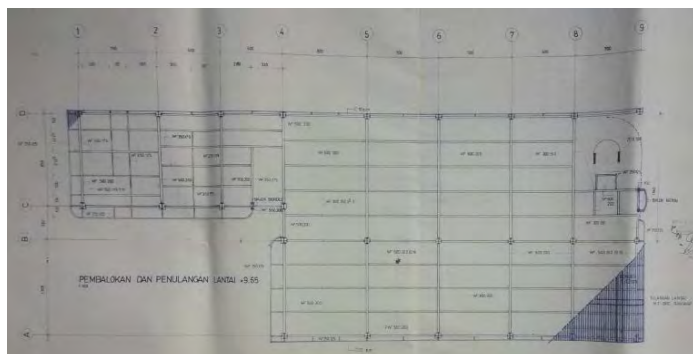
TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill

# Lampiran 9: Form RVS High Seismicity Bank Permata Surabaya

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity



Address: *Jl. Tunjungan No 52 Surabaya*  
Zip: *60275*

Other Identifiers: -

No. Stories: *4*

Year Built: *1985*

Screened by: *Dyah Widya DH* Date: *5 Mei 2015*

Total Floor Area (sq. Ft.): *41252 ft²*

Building Name: *Bank Permata Surabaya*

Use: *OFFICE*



Scale:

OCCUPANCY				SOIL TYPE								FALLING HAZARDS				
Assembly	Govt	Office	Number of Persons	A	B	C	D	E	F	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other:			
Commercial	Historic	Residential	0-10	Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil							
Emer. Services	Industrial	School	11-100													
			101-1000													
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S																
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8	
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0	
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A	
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2	
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A	
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8	
FINAL SCORE, S		1,9 (<2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap tidak aman terhadap gempa)														
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa																
COMMENTS													Detailed Evaluation Required			
Bangunan Bank Permata Surabaya dibangun pada tahun 1985, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan PPBBI 1984 dan peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung (PPTIUG) 1983																
													YES	NO		

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill

**DENAH LANTAI 1**

Gedung Kantor Kecamatan Bontomatene, Kota Palopo

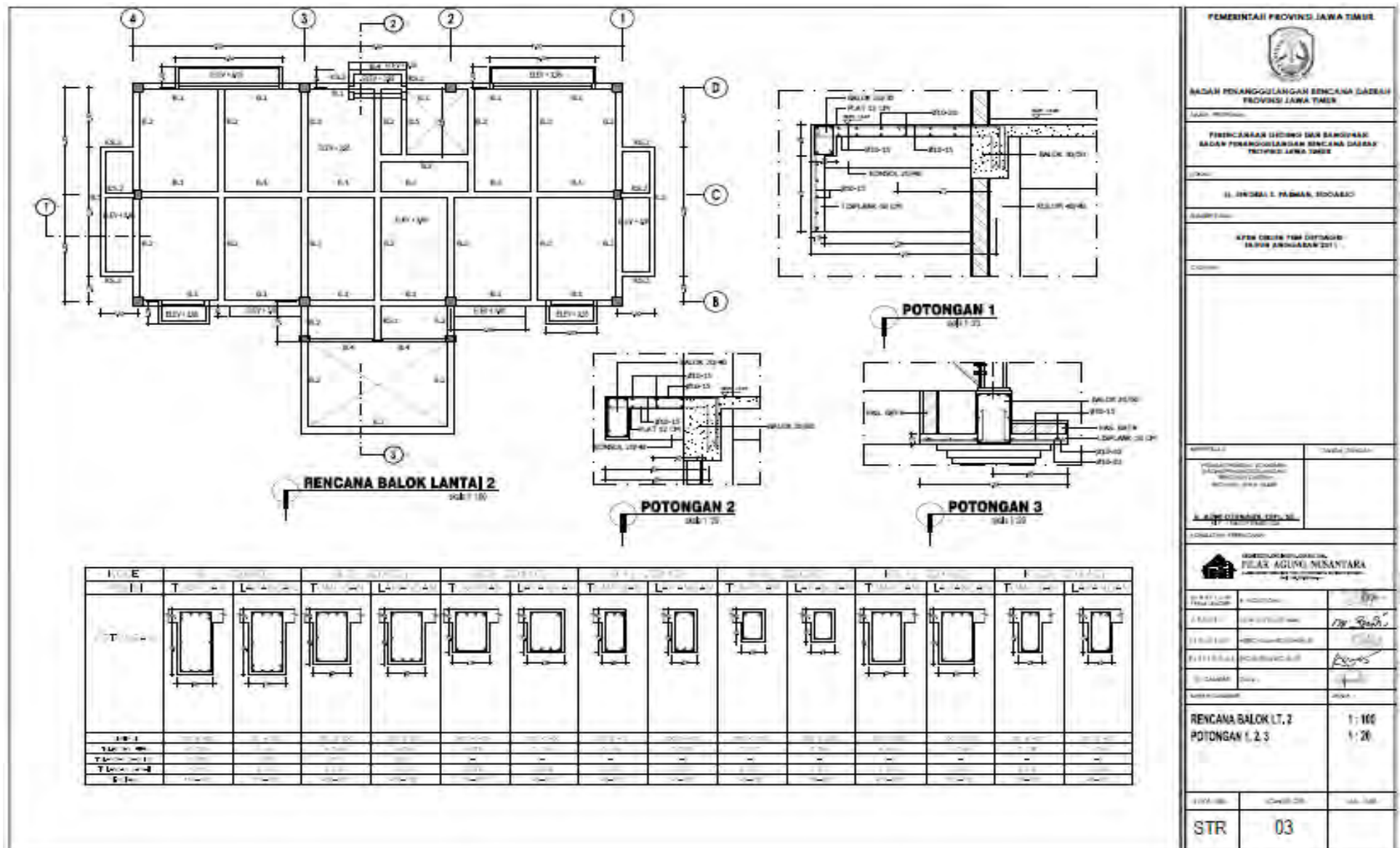
Skala 1 : 100



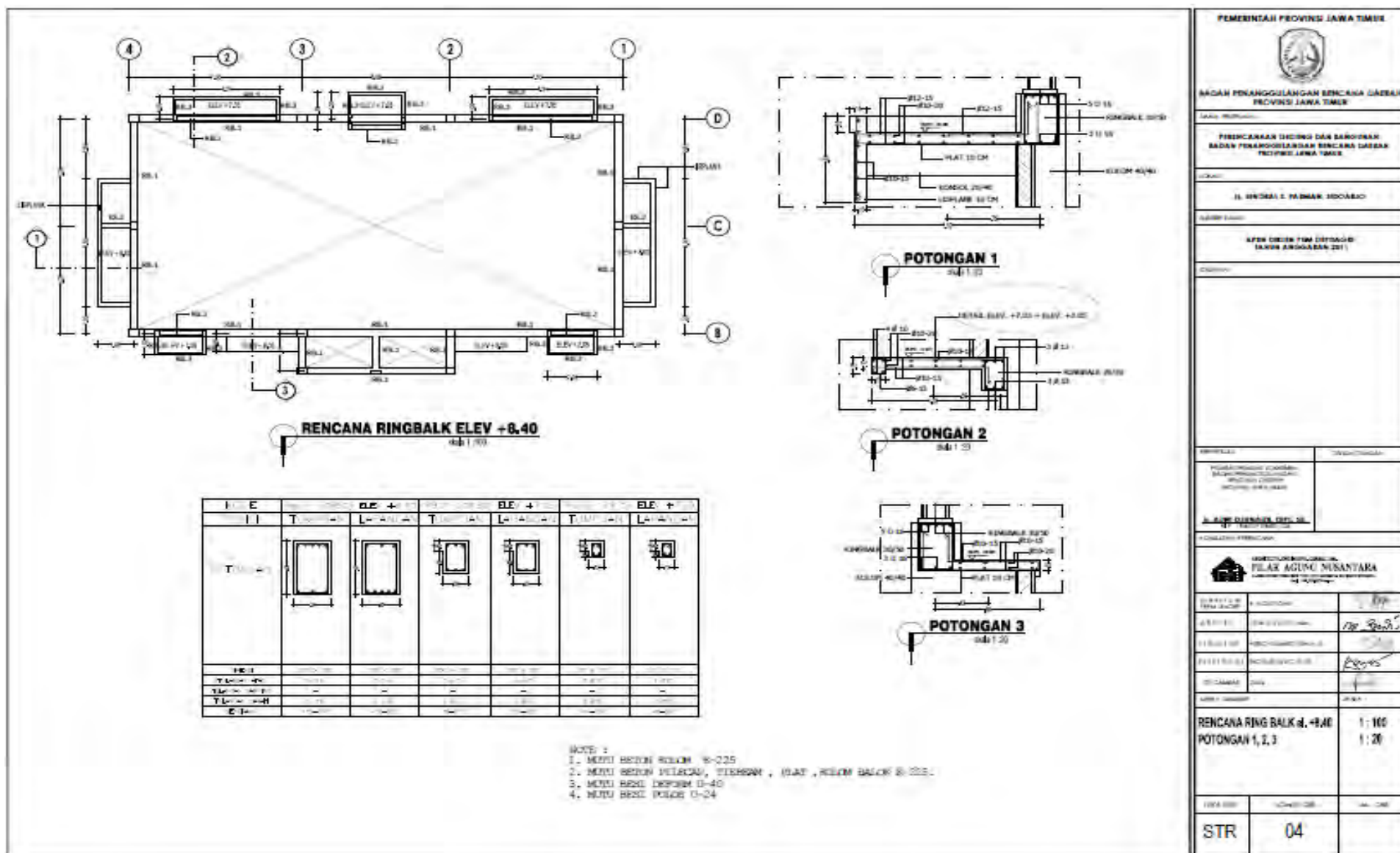
**DENAH LANTAI 2**  
Gedung Kantor Kecamatan Sukorejo

skala 1 : 100

Lampiran 12: Rencana Balok BPBD JATIM

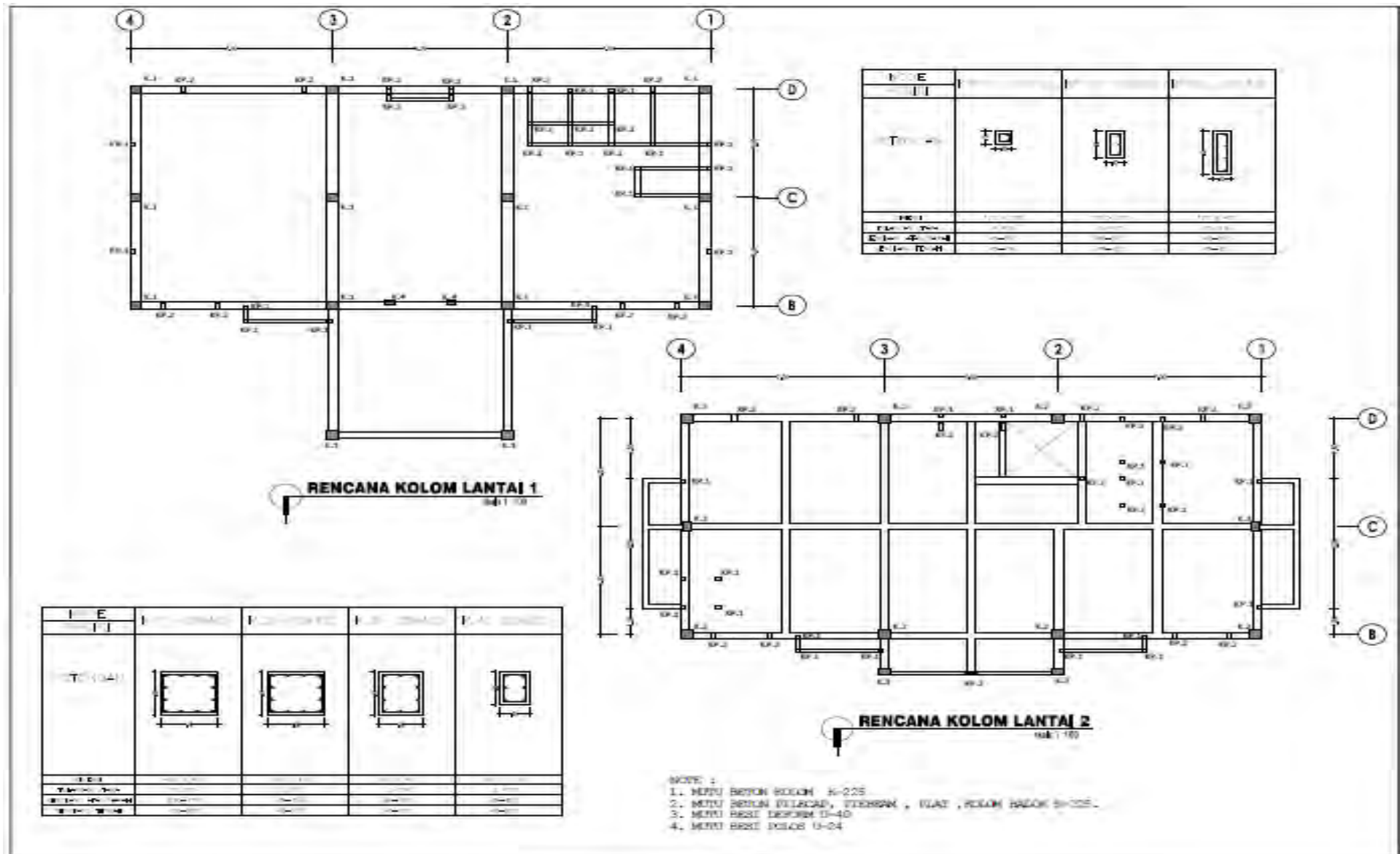


Lampiran 13: Rencana Ringbalk BPBD JATIM

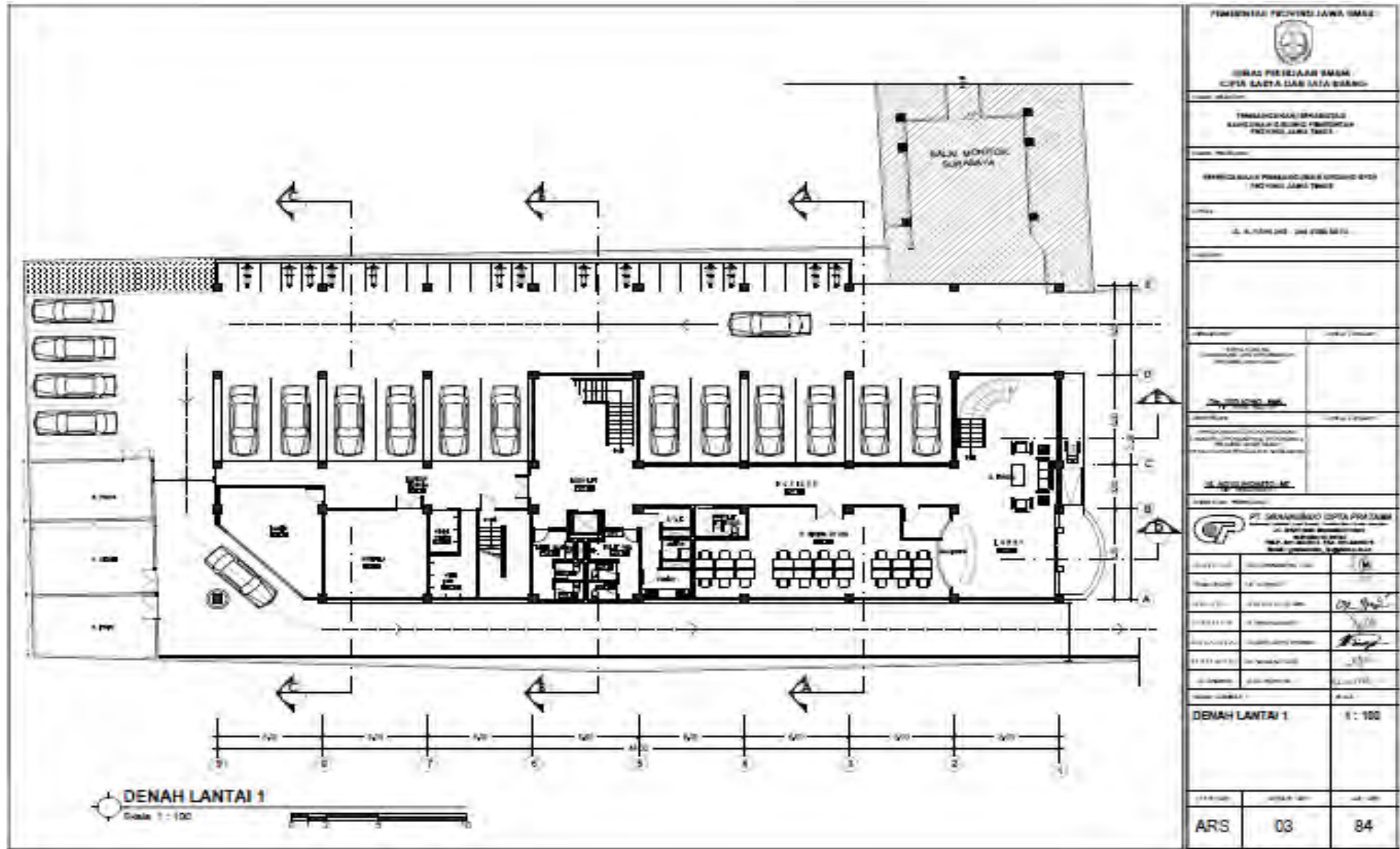




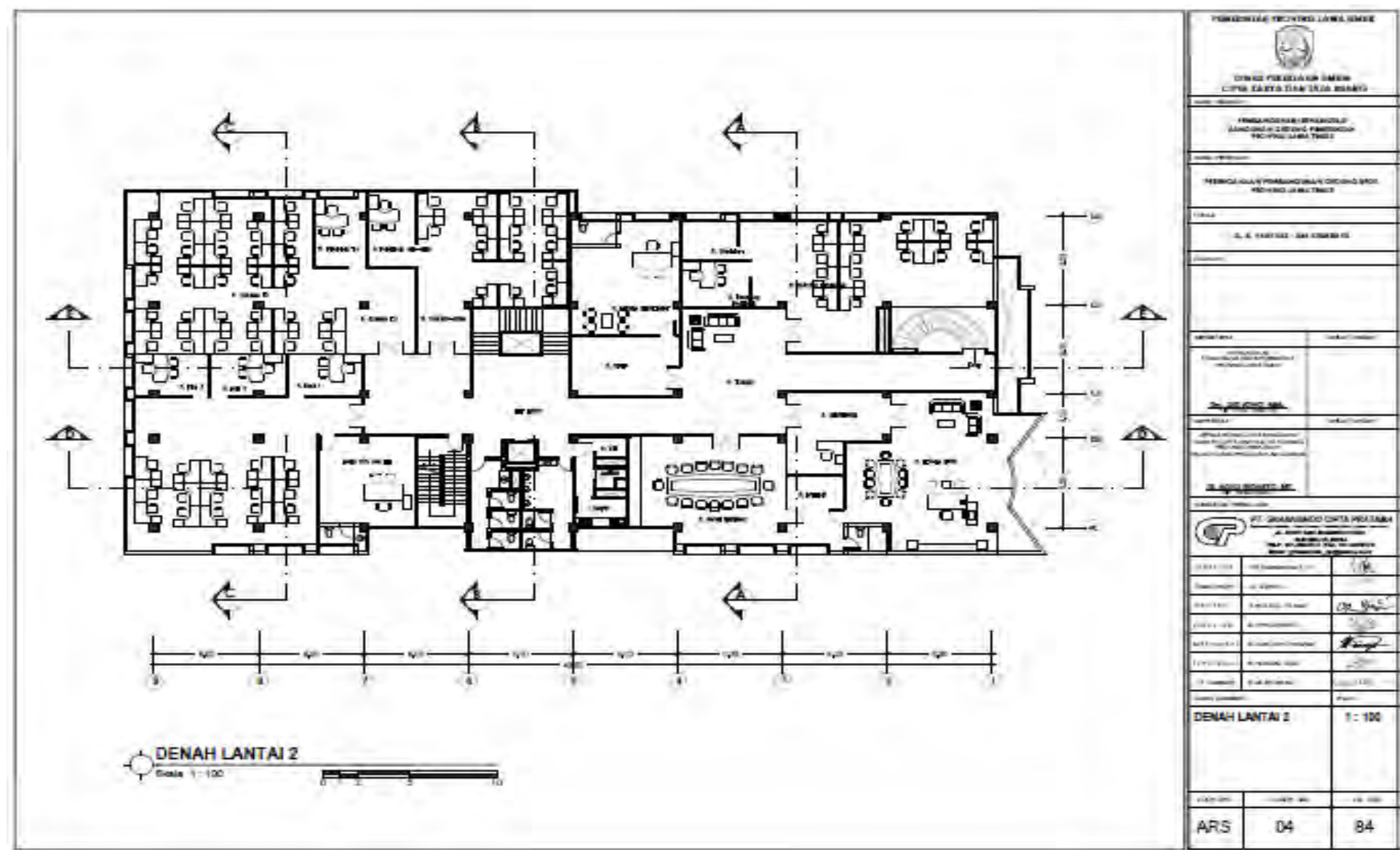
Lampiran 14: Rencana Kolom Lantai 1 BPBD JATIM



Lampiran 15: Denah Lantai 1 KOMINFO JATIM



Lampiran 16: Denah Lantai 2 KOMINFO JATIM



[illegible]



**DENAH LANTAI 4**  
Scale 1:100

PT. GEMABURGO Cipta Pratama  
Jl. Raya Cipta Pratama  
Kec. Cipta Pratama, Kab. Cipta Pratama  
Prov. Cipta Pratama

Architect: A.R.S.  
Date: 06/08/2011

[illegible]

**POTONGAN A-A**

SKALA: 1 : 100

**POTONGAN B-B**

Scale 1 : 100

0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
------	------	------	------	------	------

A B C D





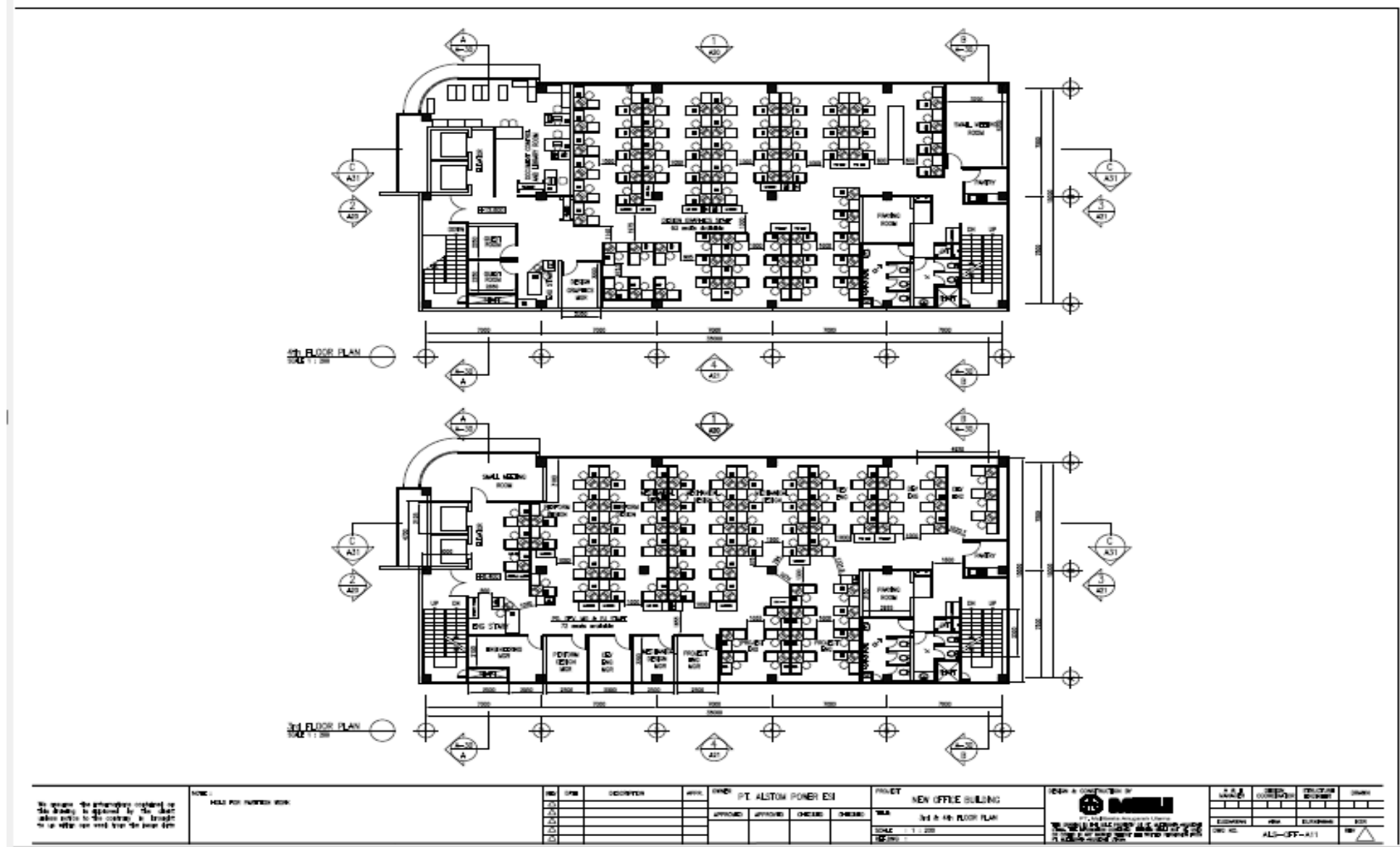
**POTONGAN D-D**

Scale 1 : 100

[illegible]



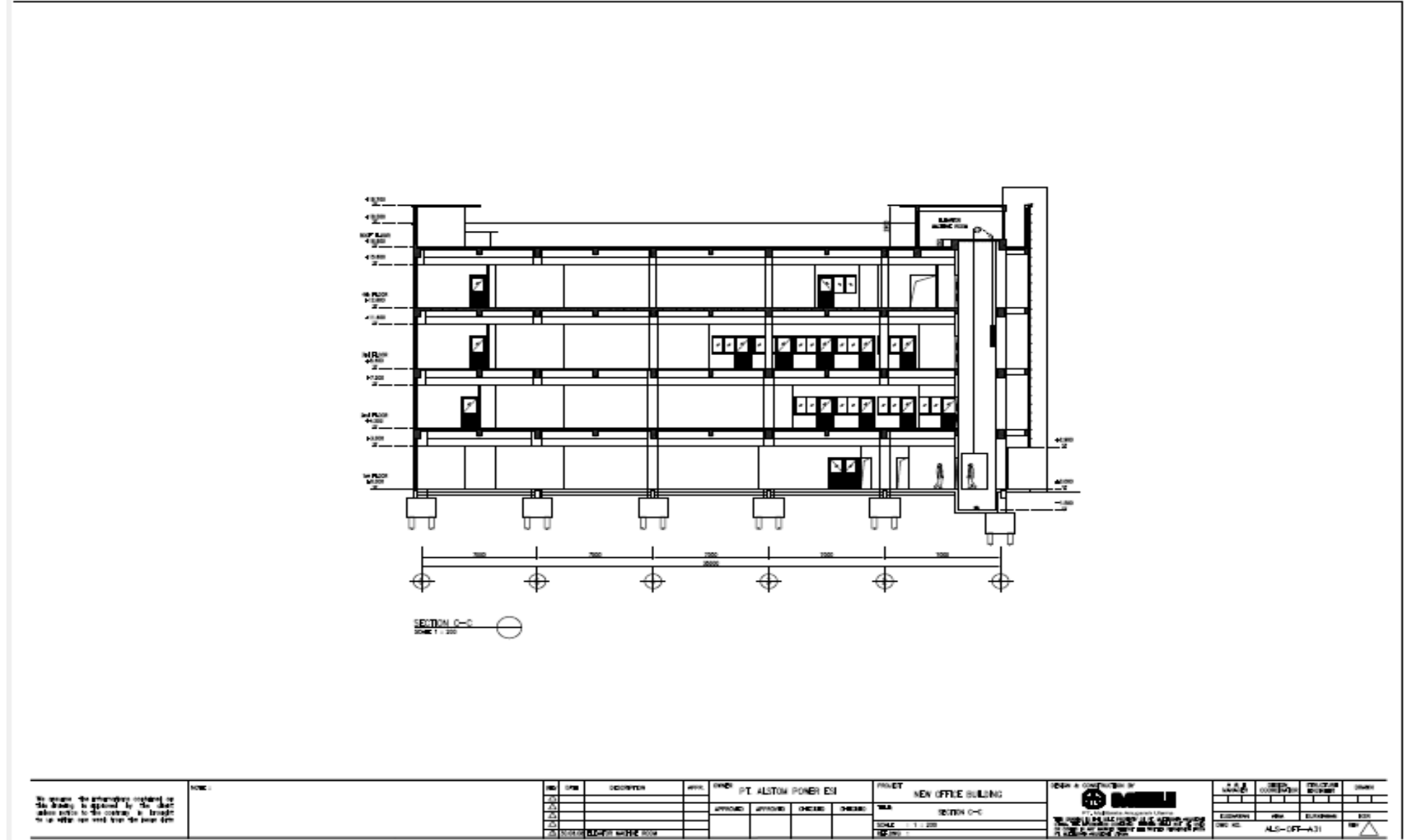
Lampiran 26: Denah Lantai 3 dan 4 PT. Alstom Power ESI Surabaya





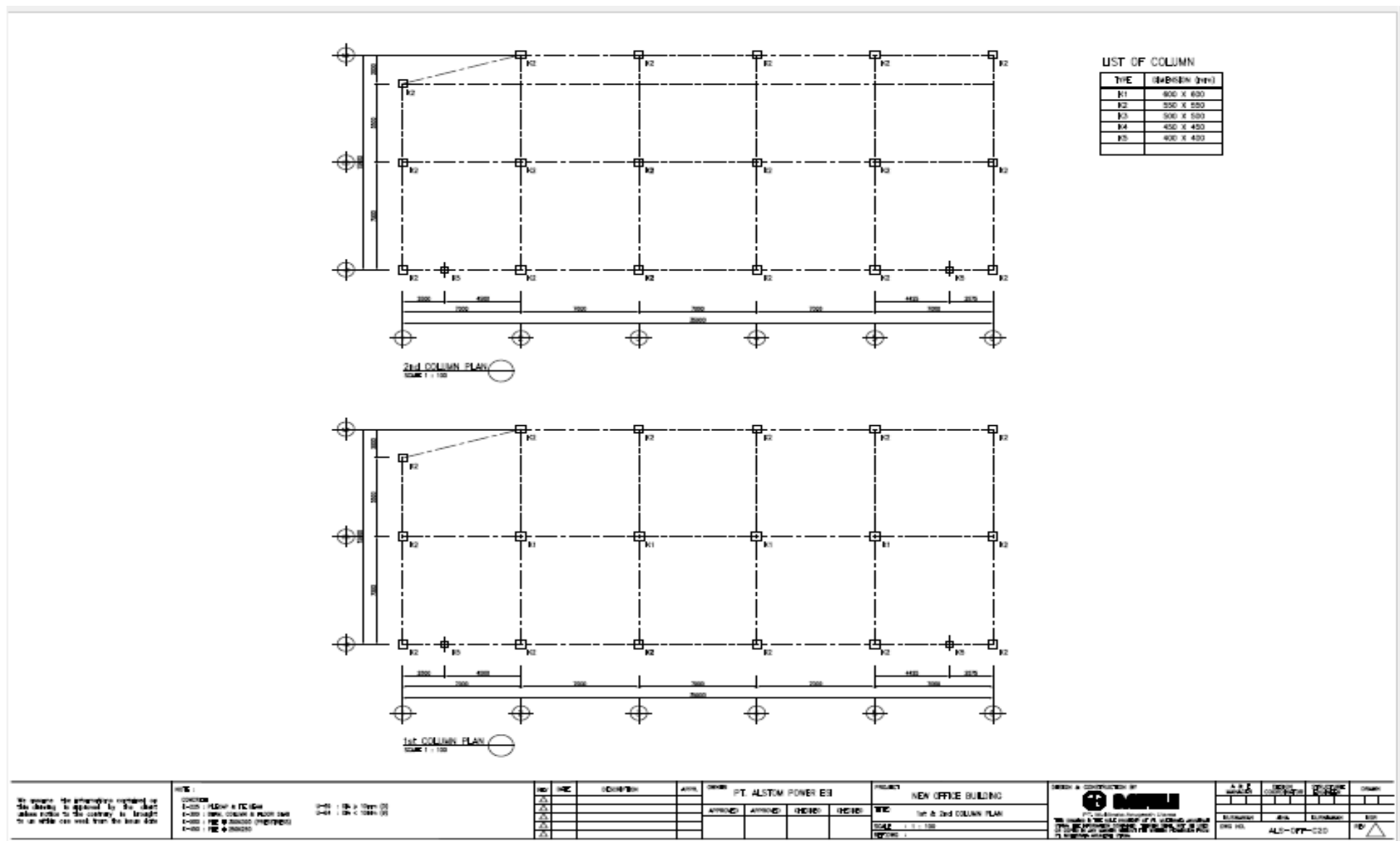
Architectural drawings of the Men Office Building. The left drawing is Section D-D, showing a cross-section of the building with a central staircase and multiple floors. The right drawing is Section A-A, showing a cross-section of the building with a central staircase and multiple floors. Both sections include floor levels, dimensions, and a scale of 1/4" = 1'-0".

Lampiran 29: Potongan C-C PT. Alstom Power ESI Surabaya

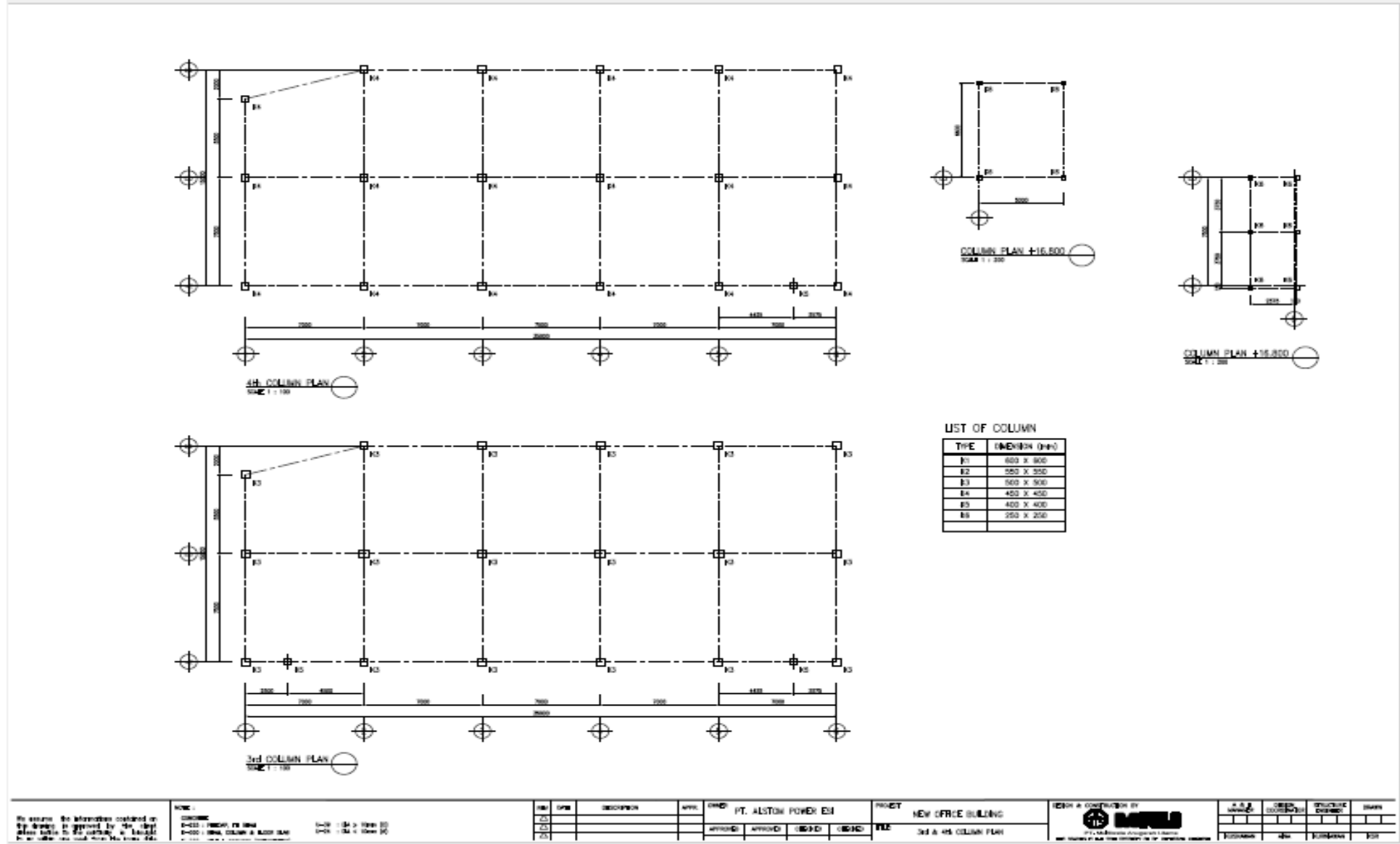




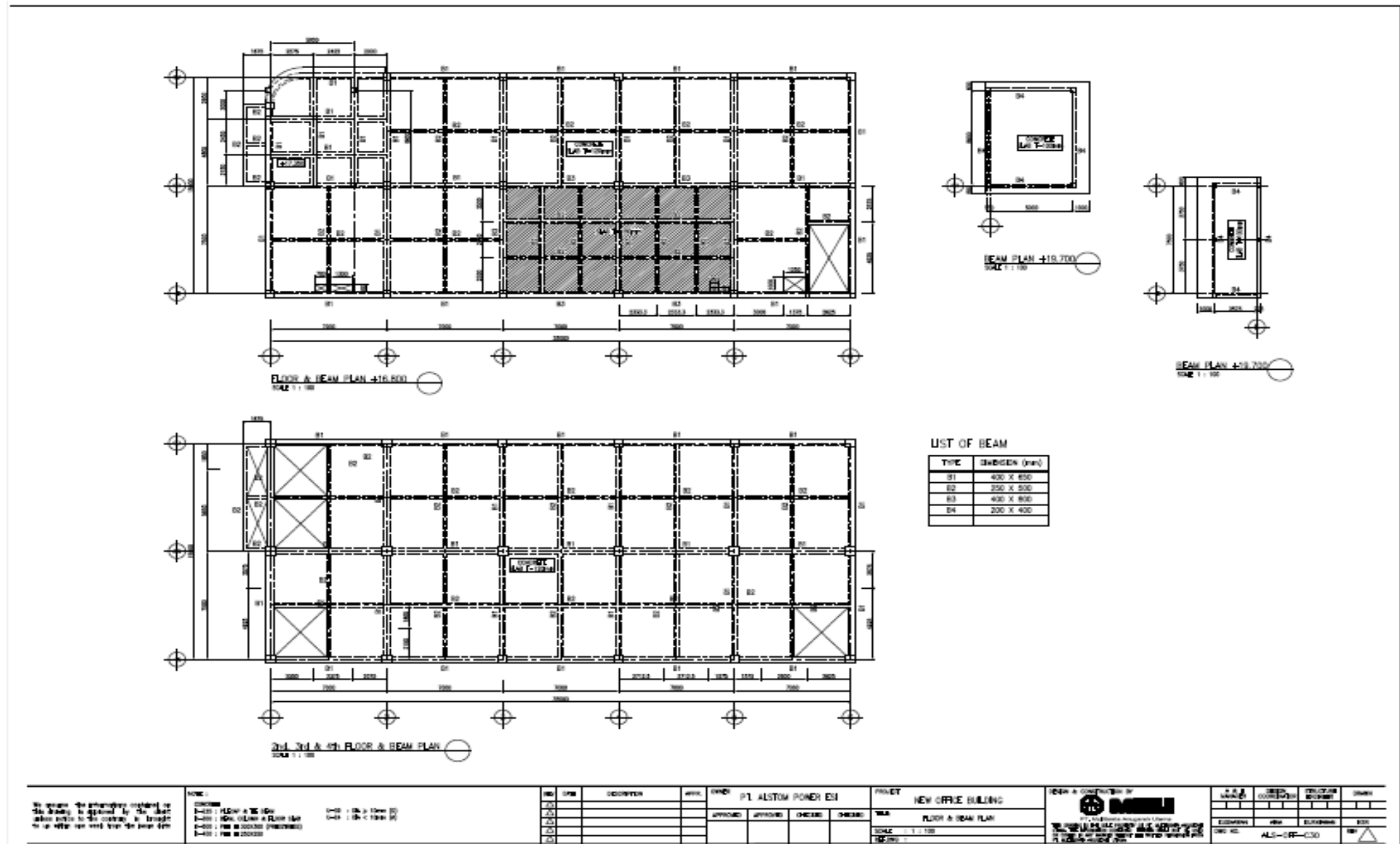
Lampiran 30: Denah Kolom Lantai 1 dan 2 PT. Alstom Power ESI Surabaya



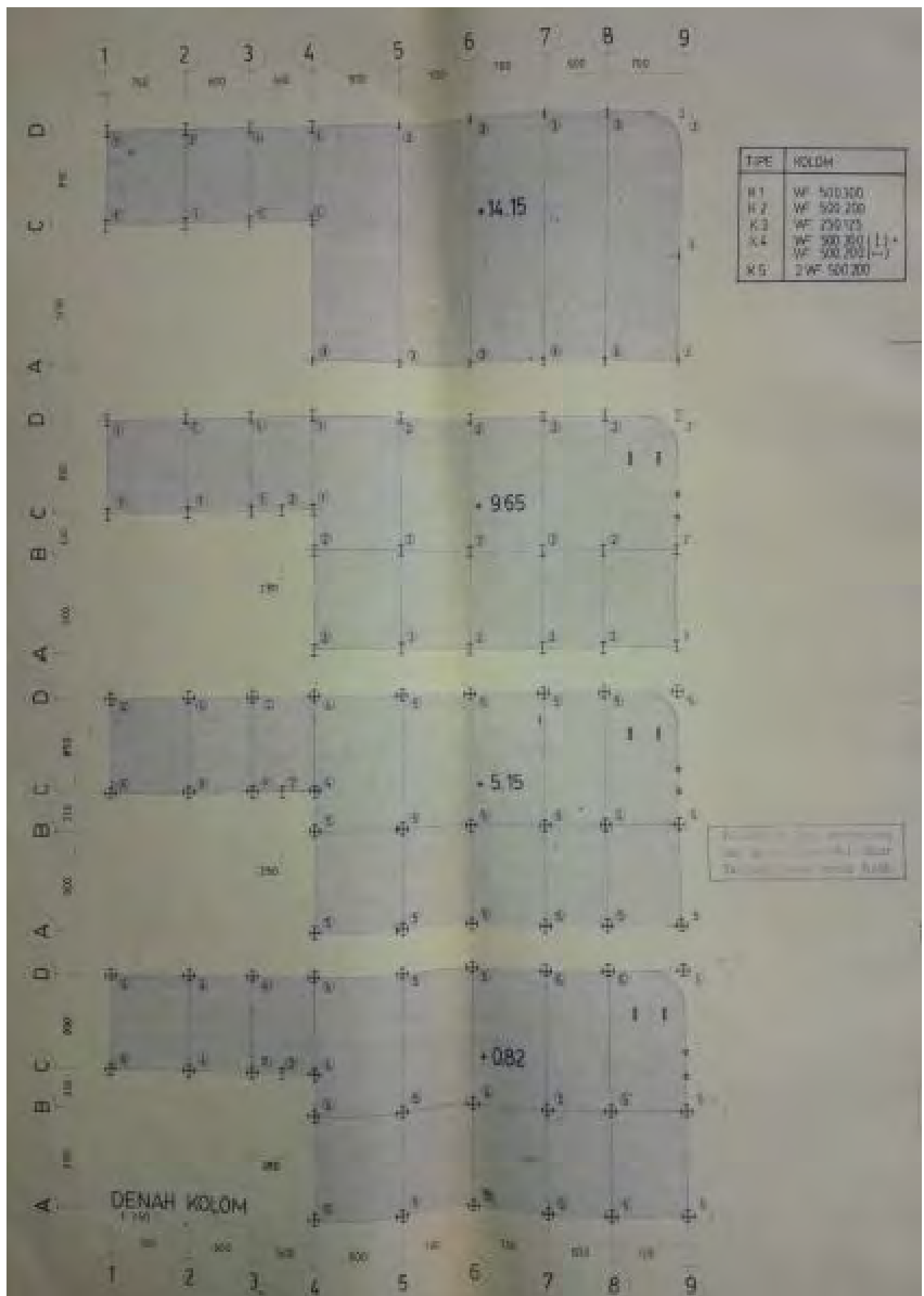
Lampiran 31: Denah Kolom Lantai 3 dan 4 PT. Alstom Power ESI Surabaya



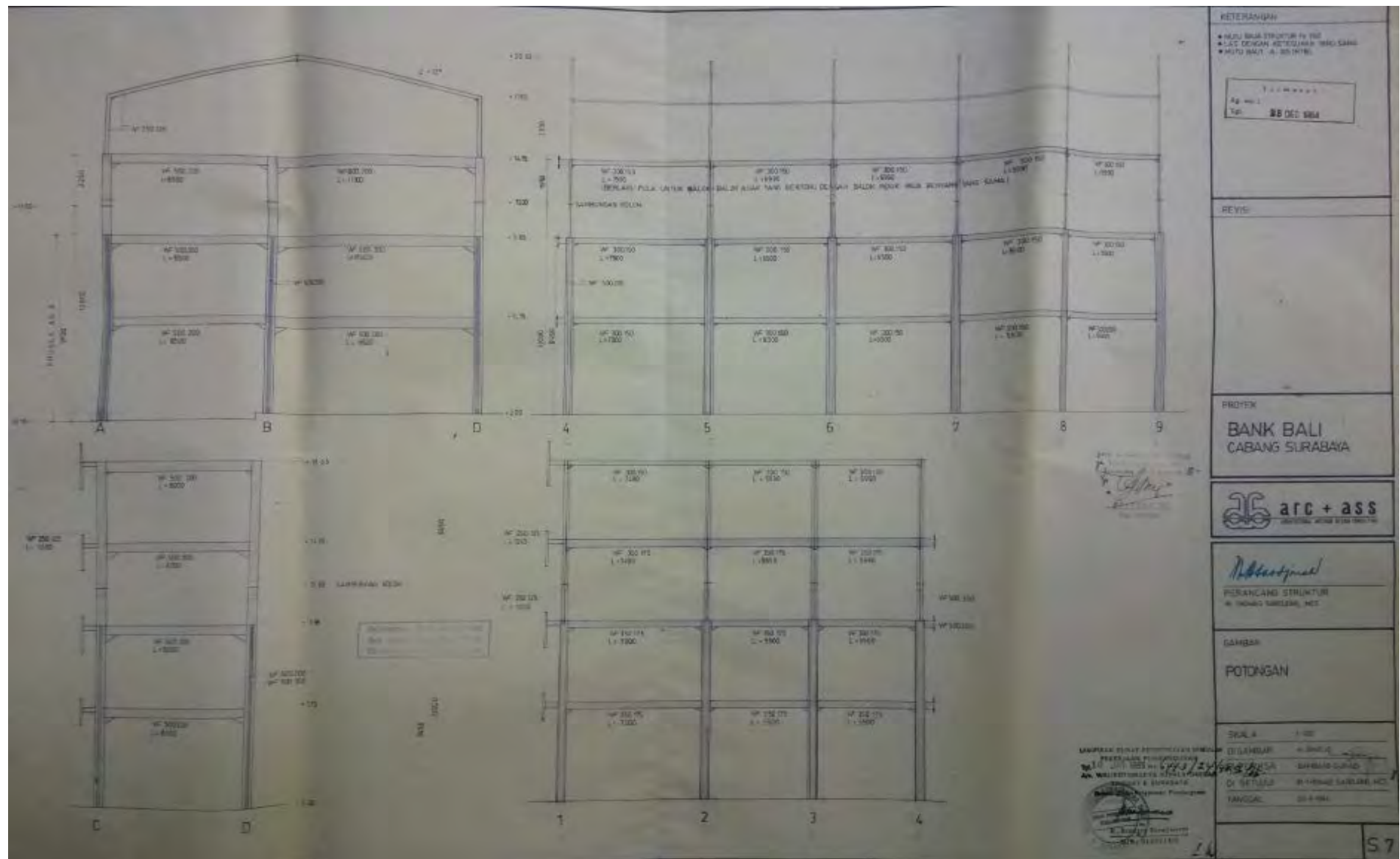
Lampiran 32: Denah Pembalokan PT. Alstom Power ESI Surabaya



Lampiran 33: Denah Kolom Bank Permata Surabaya

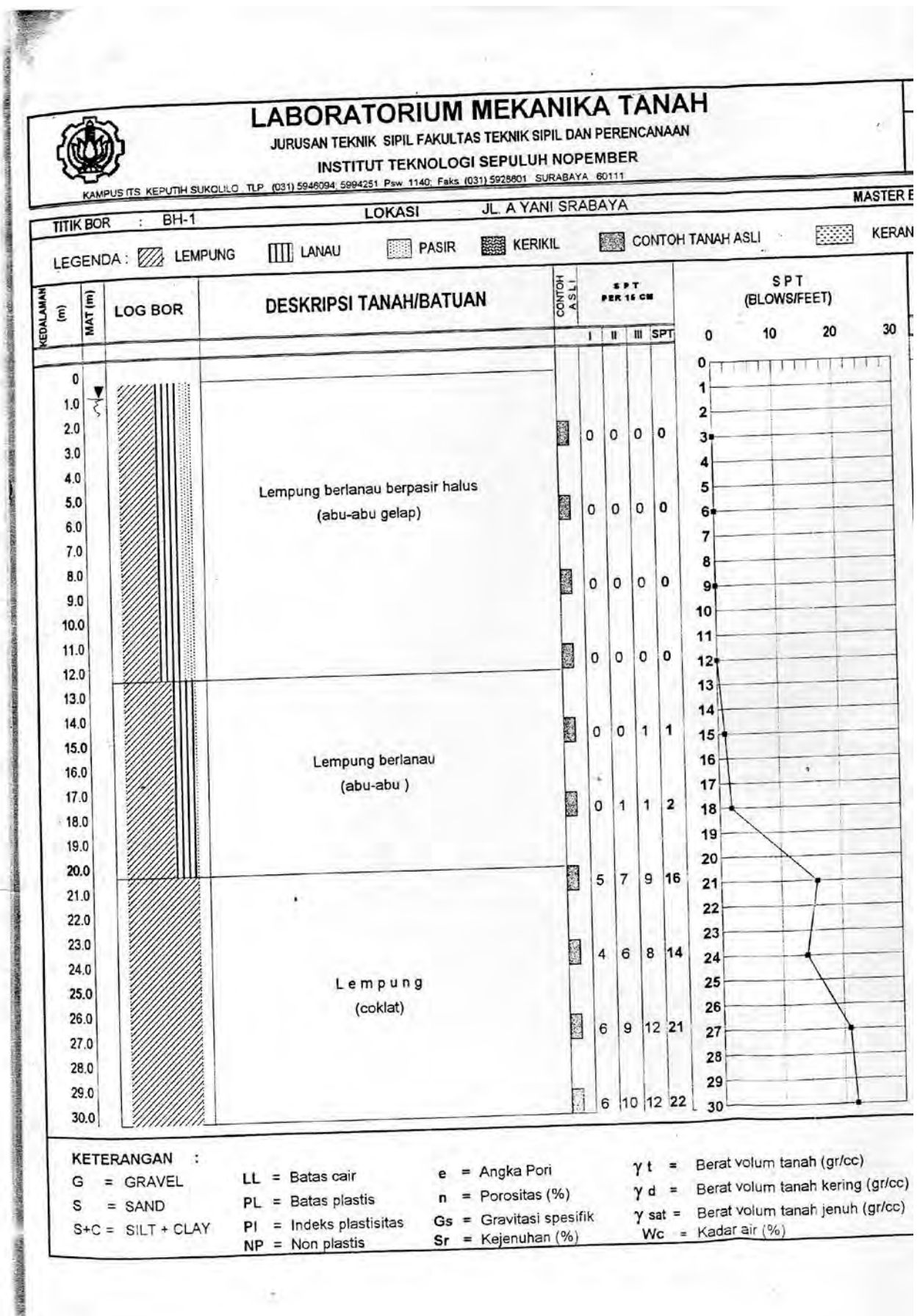


Lampiran 34: Pembalokan Bank Permata Surabaya





Lampiran 36: Data Tanah untuk BPBD JATIM dan KOMINFO JATIM




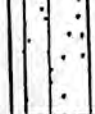





Lampiran 37: Data Tanah untuk PT. Alstom Power ESI Surabaya

DRILLING LOG																	
Project Location =		LANTAMAL V, TO. PERAK, SURABAYA		Project name =		150 KV TRANSMISSION LINE		Type of Drilling		Rotary drilling machine		Remarks					
						FOR EAST JAVA		Date Start		12-Mar-08		UD = Undisturb Sample					
Bore Hole Name =		BH 01		Client =		PT. MULTIFAB		Date End		14-Mar-08		CS = Core Sample					
Elevation =								Driller		MISRAN		SPT = SPT Test					
Scale in m	Elevation (LWS) in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type of Soil	Colour	Relative Density or Consistency	General Remarks	UD / CS		SPT TEST		Standard Penetration Test				N - Value
									Depth in m	Sample Code	Depth in m	Sample Code	N-Value Blows/30 cm	Blows per each 15 cm			
													15 cm	15 cm	15 cm		
0.00	0.00				START OF BORING												
1.00	-1.00																
2.00	-2.00																
3.00	-3.00																
4.00	-4.00																
5.00	-5.00		10.00		PASIR	ABU-ABU			-3.50	UD 1	-3.45	SPT 01	1	0	0	1	
6.00	-6.00								-4.00								
7.00	-7.00						VERY LOOSE	SPT 1-4	-6.50	UD 2	-6.45	SPT 02	1	0	0	1	
8.00	-8.00								-7.00								
9.00	-9.00								-9.50	UD 3	-9.45	SPT 03	4	1	2	2	
10.00	-10.00	-10.00							-10.00								
11.00	-11.00								-12.50	UD 4	-12.45	SPT 04	10	2	4	6	
12.00	-12.00		8.00		LANAU PASIR	ABU-ABU	LOOSE	SPT 9-10	-13.00								
13.00	-13.00								-15.50	UD 5	-15.45	SPT 05	9	1	3	6	
14.00	-14.00								-16.00								
15.00	-15.00								-18.00	CS 1	-18.45	SPT 06	52	11	22	30	
16.00	-16.00	-18.00							-18.50								
17.00	-17.00								-19.00								
18.00	-18.00								-21.50	CS 2	-21.45	SPT 07	>50	14	24	30/10	
19.00	-19.00		6.00		LANAU PASIR	COKLAT	VERY DENSE	SPT >50	-22.00								
20.00	-20.00								-24.50	CS 3	-24.45	SPT 08	42	14	18	24	
21.00	-21.00	-24.00							-25.00								
22.00	-22.00								-27.50	CS 4	-27.45	SPT 09	48	12	20	28	
23.00	-23.00								-28.00								
24.00	-24.00								-30.00								
25.00	-25.00								-30.45								
26.00	-26.00																
27.00	-27.00		6.45		LANAU PASIR BERKERIKIL	COKLAT	DENSE TO VERY DENSE	SPT 42->50									
28.00	-28.00																
29.00	-29.00																
30.00	-30.00	-30.45															
END OF BORING																	



Project : HYATT BUMI SURABAYA Location : JL. Basuki Rachmat Surabaya Bor No. : BH-1 Elevation : -0.310 mt. from the 1st floor of HYATT HOTEL Date : 9-5-1990						
BORE HOLE LOG						
Depth (m)	Bor Log	Soil Description	Color	SPT (N) Number of Blows/feet	Ground Water Level	Remark
0.00		Masonry		-		Piezometer installed the bor-hole.  Date record : • 14-5-90 = 2.10 m. from the top. • 16-5-90 = 1.90 m.  Elev. at the top = +0.35 m. from ground surface.
1.00				-		
2.00				-		
3.00		Silty clay and fine sand	Blackish-brown	1		
4.00				1		
5.00		Fine sand with silt	Black	1		
6.00				1		
7.00				1		
8.00				1		
9.00				2		
10.00		Clayey silt with fine sand and shell	Greyish brown and black	12		
11.00				24		
12.00				54		
13.00				38		
14.00				44		
15.00		Coarse sand with silt and gravel	Light brown	34		
16.00				38		
17.00				44		
18.00				34		
19.00				38		
20.00		Clayey silt with fine sand	Greyish-brown	34		
21.00				38		
22.00				38		
23.00				38		
24.00				38		
25.00						
26.00						
27.00						
28.00						
29.00						
30.00						
31.00						
32.00						
33.00						
34.00						
35.00						
36.00						
37.00						
38.00						
39.00						
40.00						
41.00						
42.00						
43.00						
44.00						
45.00						
46.00						
47.00						
48.00						
49.00						
50.00						



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 21 Mei 1993, merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Siwalankerto II Surabaya, SMPN 13 Surabaya, dan SMAN 15 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN 15 Surabaya tahun 2011, melalui jalur SNMPTN Undangan penulis melanjutkan kuliah di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS dan terdaftar dengan NRP 3111100036.

Di Jurusan Teknik Sipil ITS ini, penulis mengambil tugas akhir di bidang Struktur. Penulis sempat aktif sebagai pengurus di Himpunan Mahasiswa Sipil pada Departemen Pendidikan dan Kesejahteraan Mahasiswa pada kepengurusan 2012/2013 dan 2013/2014. Penulis juga aktif di beberapa kegiatan yang diselenggarakan baik oleh jurusan, fakultas, maupun institut. Penulis dapat dihubungi melalui email [dyahwidyadh@yahoo.com](mailto:dyahwidyadh@yahoo.com).

# ANALISIS KERENTANAN SUATU BANGUNAN TERHADAP RESIKO GEMPA MENGGUNAKAN METODE RAPID VISUAL SCREENING (RVS) FEMA 154 PADA ZONA GEMPA SEDANG

Dyah Widya Dwi Hartanty, Pujo Aji dan Endah Wahyuni.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: pujo@ce.its.ac.id, endah@ ce.its.ac.id

*Abstrak - Indonesia negara yang rawan gempa, karena merupakan daerah pertemuan dari 3 lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia dan lempeng Pasific. Gempa bumi berdampak korban jiwa dan harta, serta kerusakan infrastruktur, baik retak-retak maupun ambruk dan hancur. Namun pada kenyataannya, belum semua gedung direncanakan tahan gempa dan tidak ada data mengenai kondisi kerentanan gempa untuk gedung-gedung di Indonesia maka diperlukan suatu panduan untuk menilai kerentanan bangunan terhadap gempa yang mudah untuk dilakukan sehingga upaya preventif dapat dilakukan.*

*Tugas akhir ini merupakan penerapan Rapid visual screening (RVS) dari FEMA 154 yang merupakan metode penilaian suatu bangunan terhadap potensi rentan bahaya gempa berdasarkan observasi visual dari eksterior bangunan, interior jika memungkinkan, sehingga pelaksanaannya relatif cepat (ATC, 2002). Studi kasus bangunan yang diambil adalah pada zona gempa sedang, dimana parameter-parameter yang ada pada form FEMA 154 disesuaikan dengan kondisi alam Indonesia dan zona gempa yang digunakan mengacu pada SNI 1726-2012 tentang gempa.*

*Tahapan-tahapan untuk melaksanakan metode RVS ini adalah pengumpulan data pra-lapangan, analisa data pra-lapangan dan perencanaan survei lapangan serta survei di lapangan. Saat survei dilapangan dilakukan pengisian formulir RVS sesuai zona gempa lokasi tersebut, selain itu dilakukan pula verifikasi data yang ada dengan kenyataan di lapangan*

*Dari hasil pengisian formulir RVS pada bangunan di zona gempa sedang dengan studi kasus di kota Surabaya dan Sidoarjo, maka didapatkan skor akhir pada formulir RVS dari masing-masing bangunan BPBD JATIM, KOMINFO JATIM, PT. Alstom Power ESI dan Bank Permata Surabaya. Dari hasil formulir RVS dan Analisis menggunakan SAP 2000, semua gedung tersebut dinyatakan aman terhadap gempa baik oleh Metode RVS untuk High Seismicity maupun SNI 03-1726-2012 kecuali untuk*

*Bank Permata Surabaya, dimana gedung ini dinyatakan tidak aman oleh Metode RVS dan tidak memenuhi persyaratan kontrol waktu getar alami fundamental dan kontrol drift simpangan arah y gempa arah yang diatur dalam SNI-03-1726-2012, sedangkan bila ditinjau dari kekuatan balok dan kolom pada struktur utama, bangunan ini dinyatakan aman. Selain itu setiap jenis bangunan memiliki faktor yang mempengaruhi kerentanan terhadap gempa yang berbeda-beda sehingga dalam pelaksanaan metode RVS dan dalam mendesain suatu bangunan faktor-faktor tersebut harus mendapat perhatian lebih karena memiliki kontribusi yang signifikan dalam penentuan skor akhir dan dalam pengaruh gempa pada bangunan tersebut .*

**Kata Kunci:** Rapid Visual Screening, FEMA 154, Gempa

## I. PENDAHULUAN

Pada tugas akhir ini akan dilakukan penerapan RVS untuk bangunan di Indonesia khususnya di zona gempa sedang (Surabaya dan Sidoarjo), dimana parameter-parameter yang ada pada form FEMA 154 disesuaikan dengan kondisi alam Indonesia dan zona gempa yang digunakan mengacu pada SNI 1726-2012 tentang gempa, hal ini dimaksudkan agar RVS pada FEMA 154 bisa diterapkan di Indonesia. Sehingga kemudian bisa dijadikan bahan pertimbangan untuk pedoman mengenai sistem penilaian kerentanan gedung terhadap gempa yang sesuai dengan peraturan-peraturan yang ada di Indonesia.

### A. Perumusan Masalah

Dalam penerapan RVS untuk bangunan di Indonesia khususnya di zona gempa sedang (Surabaya dan Sidoarjo) terdapat beberapa permasalahan yang timbul yaitu :

**Permasalahan utama :**

Bagaimana penggunaan RVS untuk memetakan kerentanan bangunan terhadap gempa di Indonesia (studi kasus di Surabaya dan Sidoarjo) ?

**Detail permasalahan :**

1. Bagaimana perencanaan dan pengelolaan RVS?
2. Bagaimana penggunaan formulir dari RVS?
3. Bagaimana studi kasus RVS terhadap bangunan di Surabaya dan Sidoarjo?

**B. Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penerapan RVS untuk bangunan di Indonesia khususnya di zona gempa sedang (Surabaya dan Sidoarjo) yaitu :

**Tujuan utama :**

Penggunaan RVS untuk menganalisis kerentanan bangunan terhadap gempa di Indonesia (studi kasus di Surabaya dan Sidoarjo).

**Detail tujuan :**

1. Didapat perencanaan dan pengelolaan RVS.
2. Didapat penggunaan formulir dari RVS.
3. Didapat studi kasus RVS terhadap bangunan di Surabaya dan Sidoarjo.

**C. Batasan dan Ruang Lingkup**

Dalam Tugas Akhir ini diambil batasan :

1. Teori RVS menggunakan FEMA 154 yang disesuaikan dengan SNI 1726-2012
2. Bangunan yang ditinjau menggunakan parameter FEMA 154 yang telah disesuaikan dengan kondisi Indonesia.
3. Studi kasus yang digunakan adalah bangunan di Surabaya dan Sidoarjo.

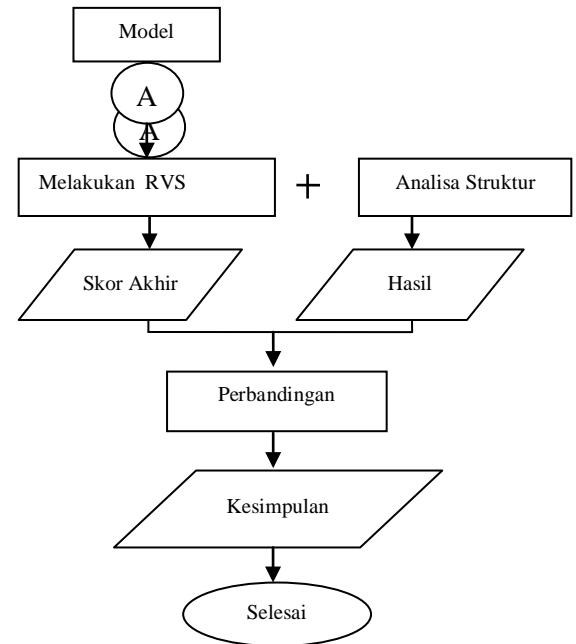
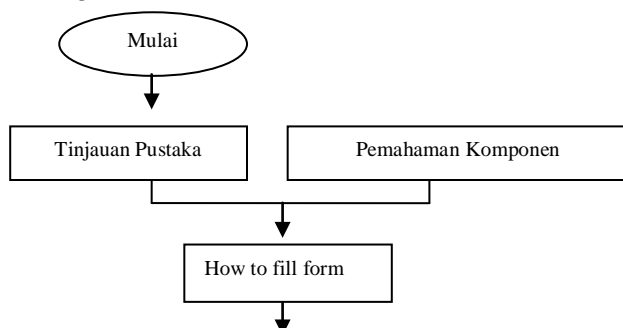
**D. Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Pemetaan kebutuhan rehabilitasi akibat gempa di Indonesia.
2. Sebagai referensi untuk dikembangkan dengan memperhatikan parameter-parameter mendekati kondisi di Indonesia.

## II. METODOLOGI

**A. Diagram Alir**



**Gambar1** Diagram alir penyelesaian tugas akhir

**B. Deskripsi Diagram Alir**

**1. Pendahuluan**

Mempelajari tentang latar belakang , tujuan dan lingkup perencanaan.

**2. Tinjauan Pustaka**

Tinjauan Pustaka merupakan tahap pengumpulan dasar teori dan konsep yang akan dipakai dalam studi kasus. Yang ditinjau dari FEMA 154 meliputi:

- (1) Perencanaan dan pengelolaan RVS.
- (2) Pengumpulan formulir data RVS
- (3) Penggunaan hasil dari RVS.
- (4) Contoh aplikasi dari RVS.

**3. Pemahaman Komponen**

Memahami komponen-komponen RVS yang ada pada FEMA 154 dan kesesuaiannya dengan kondisi di Indonesia.

**4. How to Fill Form**

Memahami bagaimana cara dan komponen-komponen apa saja yang harus diperhatikan untuk pengisian form RVS sesuai ketentuan pada FEMA 154 pada gedung-gedung yang dituju.

**5. Model**

Studi kasus yang dipakai adalah bangunan di Surabaya dan Sidoarjo yaitu pada bangunan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Jawa Timur, KOMINFO provinsi Jawa Timur, PT. Alstom Power ESI Surabaya, Bank Permata Surabaya. Pada tahap ini dilakukan pula pencarian data pra lapangan untuk masing-masing gedung. Data-data yang didapatkan saat pengumpulan data

pra-lapangan dicatat, dianalisa dan dipahami untuk bekal saat survei lapangan.

#### 6. Melakukan RVS

Melakukan survei lapangan dan melakukan pengisian form RVS pada studi kasus gedung di Surabaya dan Sidoarjo. Survei lapangan dilakukan dengan observasi visual dari eksterior bangunan, dan interior jika memungkinkan. Pada tahap ini dilakukan pula validasi data pra lapangan yang telah diperoleh dengan kondisi sebenarnya di lapangan

#### 7. Analisis Struktur

Analisis komponen struktur utama dengan membuat permodelan menggunakan program bantu SAP 2000 dan melakukan kontrol untuk masing-masing gedung sesuai persyaratan yang tertera pada SNI 1726-2012 tentang gempa.

#### 8. Skor Akhir

Data-data yang didapatkan saat pra-lapangan dan saat pelaksanaan RVS di lapangan di review mengenai skor akhir dari masing-masing bangunan.

#### 9. Hasil

Hasil analisis komponen struktur utama.

#### 10. Perbandingan

Melakukan perbandingan antara Skor akhir dengan hasil analisis komponen struktur utama yang diperoleh apakah sesuai atau tidak.

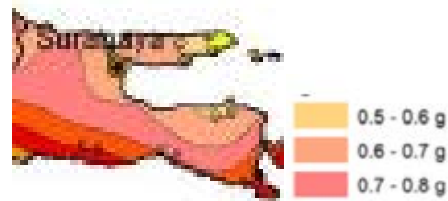
#### 11. Kesimpulan

Hasil dari beberapa analisa data.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Umum

Berdasarkan SNI 1726-2012 tentang Gempa, Kota Surabaya pada periode 0,2 detik percepatan respon gempanya adalah sebesar 0,663 g (Gambar 2) dan untuk periode 1 detik sebesar 0,248 g (Gambar 3). Sedangkan untuk Kota Sidoarjo pada periode 0,2 detik percepatan respon gempanya adalah sebesar 0,68 g (Gambar 2 dan untuk periode 1 detik sebesar 0,266 g (Gambar 3). Dimana Kota Surabaya dan Sidoarjo berada pada Moderate Seismicity menurut pembagian zona gempa berdasarkan SNI 1726-2012 namun termasuk pada High Seismicity menurut pembagian zona gempa berdasarkan FEMA. Maka pada Tugas Akhir ini digunakan formulir RVS High Seismicity, namun juga akan dicoba dengan formulir Moderate Seismicity sebagai bahan perbandingan.



Gambar 2 Peta zona gempa Surabaya dan Sidoarjo periode 0,2 detik



Gambar 3 Peta zona gempa Surabaya dan Sidoarjo periode 1 detik

Setelah menentukan formulir RVS, yaitu *High Seismicity Form*, maka bisa dilanjutkan untuk survei di lapangan. Untuk studi kasus pada tugas akhir ini dipakai bangunan gedung Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jawa Timur (BPBD JATIM), Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur (KOMINFO JATIM), PT. Alstom Power ESI, dan Bank Permata Surabaya.

Sebagai contoh proses pengisian formulir RVS gedung BPBD JATIM pada saat survei bisa dilihat pada **Tabel 1**. Untuk formulir hasil survei gedung BPBD JATIM lihat **Gambar 4**, gedung KOMINFO JATIM lihat **Gambar 5**, gedung PT. Alstom Power ESI lihat **Gambar 6**, dan Bank Permata lihat **Gambar 7**.

Tabel 1. Proses Pengisian Formulir Survei Gedung BPBD JATIM

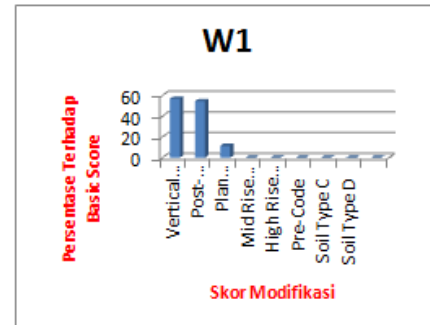
No	Bagian	Analisa
1	Informasi Bangunan	Untuk alamat, kode pos, jumlah lantai, luas area total bangunan, tahun bangunan, nama bangunan, dan penggunaan sudah didapatkan pada saat perencanaan pra lapangan, namun kemudian diverifikasi lagi saat pelaksanaan survei lapangan. Dan untuk nama <i>screener</i> , dan tanggal skrining bisa diisi saat survei lapangan.
2	Sketsa Bangunan	Untuk sketsa bisa dipakai denah gedung ini yang didapatkan dari <i>as built drawing</i> BPBD JATIM, namun diverifikasi di lapangan terlebih dahulu.
3	Jenis Hunian	Gedung BPBD JATIM ini memiliki 2 lantai dengan luas total bangunan sekitar 442 m <sup>2</sup> . Gedung ini dimasukkan dalam bangunan pemerintahan dan perkantoran maka beban huniannya adalah 1 orang/9-19m <sup>2</sup> , maka beban huniannya adalah 442/19=24 orang s/d 442/9=49 orang. Jadi bisa dipilih beban hunian 11-100
4	Jenis Tanah	Jenis Tanah E



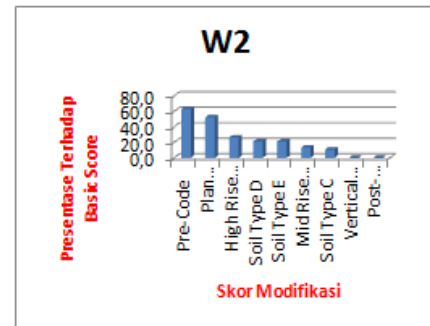
Gambar 7 Form RVS Bank Permata Surabaya

Keempat bangunan diatas sebagai studi kasus untuk penggunaan metode RVS dalam penilaian kerentanan bangunan terhadap potensi bahaya gempa. Gedung yang pertama yakni BPBD JATIM dinyatakan aman karena mendapatkan skor akhir 2,7 dan memenuhi kontrol gempa pada SNI 1726-2012 (kontrol partisipasi massa, kontrol periode getar struktur, kontrol nilai akhir respon spektrum dan kontrol batas simpangan). Gedung kedua yakni gedung KOMINFO JATIM juga dinyatakan aman dengan skor akhir 3,1 dan memenuhi kontrol gempa pada SNI 1726-2012. Gedung ketiga yakni gedung PT.Alstom Power ESI dinyatakan aman pula karena mendapatkan skor akhir 3,7 dan memenuhi kontrol gempa pada SNI 1726-2012. Gedung Bank Permata Surabaya dinyatakan tidak aman dengan skor akhir 1,9 dan tidak semua kontrol gempa pada SNI 1726-2012 terpenuhi dimana untuk gedung ini kontrol periode getar struktur dan kontrol batas simpangan tidak terpenuhi sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut yang tidak akan dibahas pada Tugas Akhir ini.

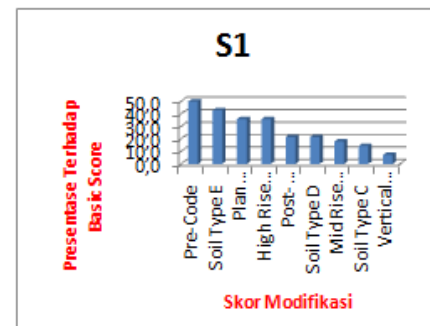
Setiap jenis bangunan memiliki faktor yang paling mempengaruhi kerentanan terhadap gempa yang berbeda-beda antar jenis yang satu dengan yang lain, hal tersebut dapat terlihat dari grafik perbandingan antara skor modifikasi dengan presentase terhadap basic score masing-masing jenis bangunan pada Gambar 8 sampai Gambar 22 berikut ini.



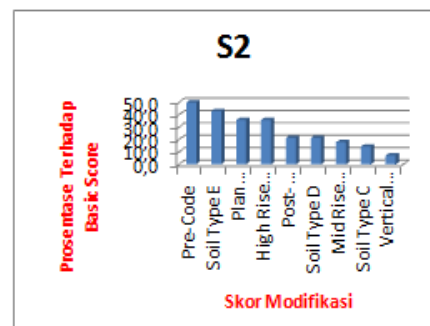
Gambar 8 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score W1



Gambar 9 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score W2

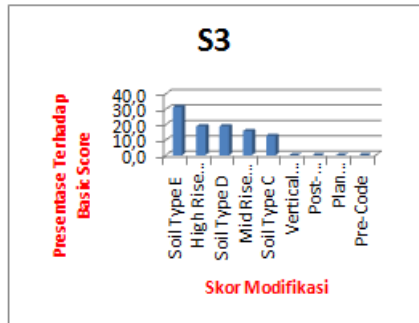


Gambar 10 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S1

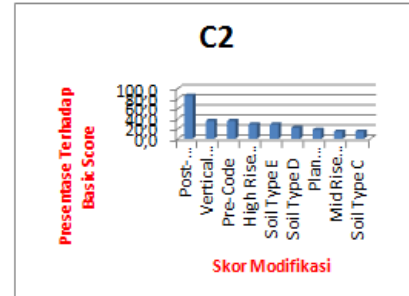


Gambar 11 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S2

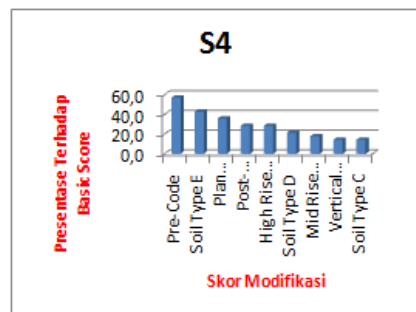




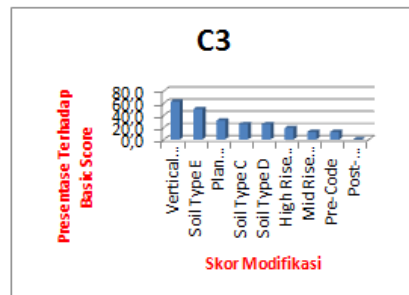
Gambar 12 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S3



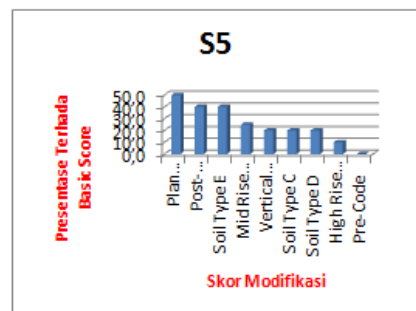
Gambar 16 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C2



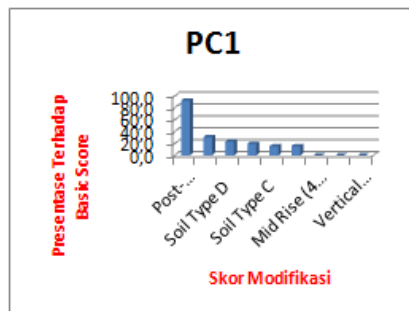
Gambar 13 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S4



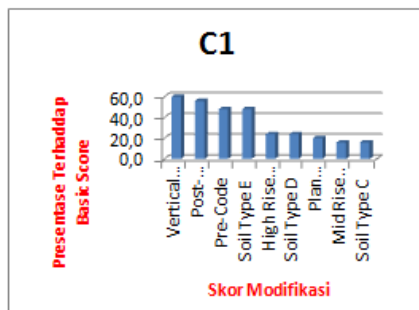
Gambar 17 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C3



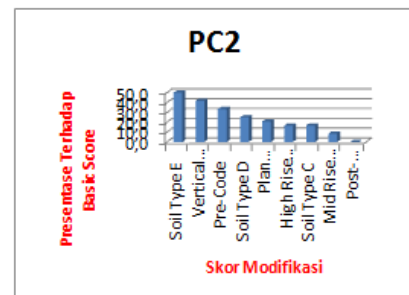
Gambar 14 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score S5



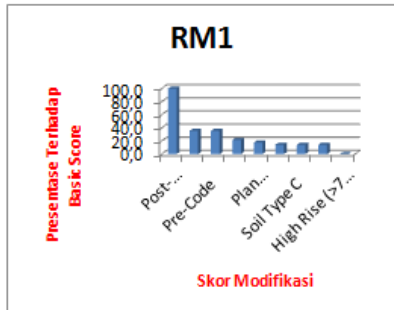
Gambar 18 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score PC1



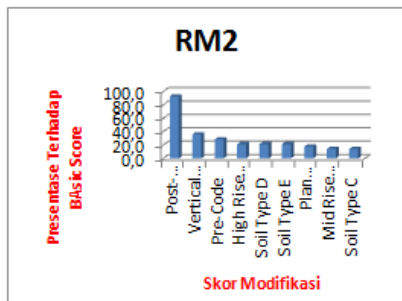
Gambar 15 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score C1



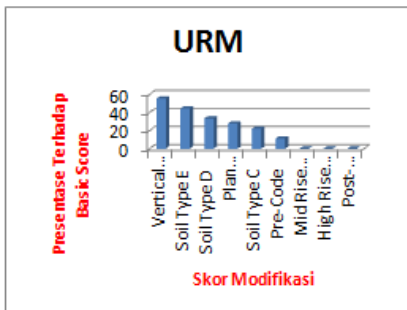
Gambar 19 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score PC2



Gambar 20 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score RM1



Gambar 21 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score RM2



Gambar 22 Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score URM

Dari diagram-diagram diatas dapat diketahui faktor apa saja yang memiliki kontribusi terbesar hingga terkecil pada tiap-tiap jenis bangunan dalam perhitungan skor, dimana 20% faktor teratas memiliki kontribusi paling besar dalam penentuan skor akhir sehingga dalam pelaksanaan metode RVS baik pada tahap pra-lapangan maupun survei lapangan, screener dapat lebih berhati-hati dan teliti pada faktor-faktor tersebut, namun bukan berarti mengabaikan faktor-faktor dengan kontribusi rendah.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari formulir RVS dan Analisis menggunakan SAP 2000, gedung yang digunakan sebagai studi kasus antara lain Kantor BPBD

JATIM, KOMINFO JATIM, dan PT. Alstom Power ESI dinyatakan aman terhadap gempa baik oleh Metode RVS untuk High Seismicity maupun SNI 03-1726-2012, kecuali untuk Bank Permata Surabaya, dimana gedung ini dinyatakan tidak aman baik oleh Metode RVS maupun oleh SNI 03-1726-2012 dimana bangunan ini tidak memenuhi persyaratan kontrol waktu getar alami fundamental dan kontrol drift simpangan arah y gempa arah y yang diatur dalam SNI-03-1726-2012, sedangkan bila ditinjau dari kekuatan balok dan kolom pada struktur utama, bangunan ini dinyatakan aman. Bangunan-bangunan tersebut berada di Kota Surabaya dan Sidoarjo yang mana kedua kota tersebut berada pada zona gempa sedang Indonesia, namun termasuk kategori Moderate Seismicity untuk pembagian wilayah gempa menurut Metode RVS pada FEMA 154.

Setiap jenis bangunan memiliki faktor yang paling mempengaruhi kerentanan terhadap gempa yang berbeda-beda, dimana untuk jenis bangunan kayu ketidakberaturan vertikal, *design code*, *design load* dan ketidakberaturan datar adalah faktor yang paling berpengaruh. Untuk jenis bangunan baja faktor yang paling mempengaruhi adalah *design code*, dan jenis tanah E. Untuk jenis bangunan beton faktor yang paling mempengaruhi adalah ketidakberaturan vertikal, tanah tipe E, *design load* yang digunakan. Sedangkan untuk bangunan beton pracetak dan bangunan batu faktor yang paling mempengaruhi adalah *design load*, tanah tipe E dan ketidakberaturan vertikal. Dan yang terakhir untuk jenis bangunan pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall faktor yang paling mempengaruhi adalah tipe tanah E dan ketidakberaturan vertikal. Sehingga dalam pelaksanaan metode RVS, faktor-faktor tersebut harus mendapat perhatian lebih karena memiliki kontribusi yang signifikan dalam penentuan skor akhir dan dalam pengaruh gempa pada bangunan tersebut.

##### 4.2 Saran

Setiap bangunan memiliki kerentanannya masing-masing terhadap gempa, maka ada baiknya dalam membangun suatu bangunan sebisa mungkin memperhatikan hal-hal berikut ini:

1. Untuk jenis bangunan dari kayu. Memperhatikan *design load* dan *design code* yang digunakan, dan jangan mendesain bangunan yang memiliki ketidakberaturan vertikal maupun datar.
2. Untuk jenis bangunan dari baja. Hindari mendirikan bangunan jenis baja pada jenis tanah E dan perhatikan *design code* yang digunakan.
3. Untuk jenis bangunan beton. Hindari mendirikan bangunan dari beton dengan ketidakberaturan vertikal atau pada tipe tanah E. Selain itu perhatikan juga *design load* yang digunakan apakah sudah sesuai dengan peraturan terbaru yang digunakan di Indonesia.

4. Untuk jenis bangunan beton pracetak dan bangunan batu faktor perhatikan *design load* yang digunakan, dan sebisa mungkin tidak membangun bangunan beton pada jenis tanah E serta hindari bangunan yang memiliki ketidakberaturan vertikal.
5. Dan yang terakhir untuk jenis bangunan pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall faktor yang paling mempengaruhi adalah jenis tanah E dan ketidakberaturan vertikal maka sebisa mungkin hindari dua faktor tersebut.

11. Sobaih, M.E. dan Nazif, M.A., 2012. "A Proposed Methodology for Seismic Risk Evaluation of Existing reinforced School Building". **HBRC Journal** 8, 204-211.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Achs, G. dan Adam, C., 2012. "A Rapid-Visual-Screening Methodology for the Seismic Vulnerability Assessment of Historic Brick-Masonry Building in Vienna". **Bull Earthquake Eng** 10, 1833-1856.
2. ASCE, 1998, **Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings — A Pre-standard**, prepared by the American Society of Civil Engineers for the Federal Emergency Management Agency, FEMA 310 Report, Washington D.C. ASCE, 2000, Prestanda
3. ATC, 1988, **Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook**, prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, FEMA 154 Report, Washington D.C.
4. ATC, 2002, **Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (2nd edition)**, prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, FEMA 154 Report, Washington D.C.
5. ATC. 2002b. **Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation**, prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, FEMA 155 2nd Ed, Redwood.
6. Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2013, **Data dan Informasi Bencana Indonesia, Jakarta.**
7. Badan Standarisasi Nasional, 2012, **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726, Jakarta.**
8. Joshi, G.C. dan Kumar, R., 2010. "Preliminary Seismic Vulnerability Assessment of Mussoorie Town, Uttarakhand (India)". **Journal of Building Appraisal** 5, 357–368.
9. Kementrian Pekerjaan Umum, 2013, **Profil Kota/Kabupaten Surabaya**, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Surabaya.
10. NBS, 1980, **Development of a Probability Based Load Criterion for American National Standard A58.1, NBS Special Publication 577**, National Bureau of Standards, Washington D.C. 82

# ANALISIS KERENTANAN SUATU BANGUNAN TERHADAP RESIKO GEMPA MENGGUNAKAN METODE RAPID VISUAL SCREENING (RVS) FEMA 154 PADA ZONA GEMPA SEDANG

Oleh: Dyah Widya D.H

3111100036

Dosen Pembimbing:

Dr. techn. Pujo Aji ST.,MT.,

Endah Wahyuni, ST.,M.Sc.,Ph.D.



## Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

A Handbook

FEMA 154, Edition 2 / March 2002



FEMA





PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

## ❑ Latar Belakang

➤ Indonesia negara yang rawan gempa, namun belum semua gedung direncanakan tahan gempa dan tidak ada data mengenai kondisi kerentanan gempa untuk gedung-gedung di Indonesia. Maka diperlukan suatu panduan untuk menilai kerentanan bangunan terhadap gempa yang mudah untuk dilakukan sehingga upaya preventif dapat dilakukan.



## PENDAHULUAN

## TINJAUAN PUSTAKA

## METODOLOGI

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## KESIMPULAN DAN SARAN

- Rapid visual screening (RVS) pada FEMA 154 merupakan suatu metode penilaian suatu bangunan terhadap potensi rentan bahaya gempa berdasarkan observasi visual dari eksterior bangunan, dan interior jika memungkinkan, sehingga pelaksanaannya relatif cepat (ATC, 2002).
- Tugas akhir ini merupakan penerapan RVS untuk bangunan di Indonesia khususnya di zona gempa sedang (Surabaya dan Sidoarjo)



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

## ❑ Perumusan Masalah

1. Bagaimana perencanaan dan pengelolaan RVS?
2. Bagaimana penggunaan formulir data RVS?
3. Bagaimana studi kasus RVS terhadap bangunan di Surabaya dan Sidoarjo?

## ❑ Tujuan

1. Didapat perencanaan dan pengelolaan RVS.
2. Didapat penggunaan formulir data RVS.
3. Didapat studi kasus RVS terhadap bangunan di Surabaya dan Sidoarjo.





## PENDAHULUAN

## TINJAUAN PUSTAKA

## METODOLOGI

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## KESIMPULAN DAN SARAN

### ❑ Batasan dan Ruang Lingkup

1. Teori RVS menggunakan FEMA 154 yang disesuaikan dengan SNI 1726-2012
2. Bangunan yang ditinjau menggunakan parameter FEMA 154 yang telah disesuaikan dengan kondisi Indonesia.
3. Studi kasus yang digunakan adalah bangunan di Surabaya dan Sidoarjo.





PENDAHULUAN

**TINJAUAN PUSTAKA**

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

Studi pustaka yang dipakai adalah FEMA 154 tahun 2002 dan SNI 1726 tahun 2012. Yang ditinjau dari FEMA 154 meliputi:

1. Perencanaan dan pengelolaan RVS.
2. Pengumpulan formulir data RVS.
3. Penggunaan hasil dari RVS.
4. Contoh aplikasi dari RVS.

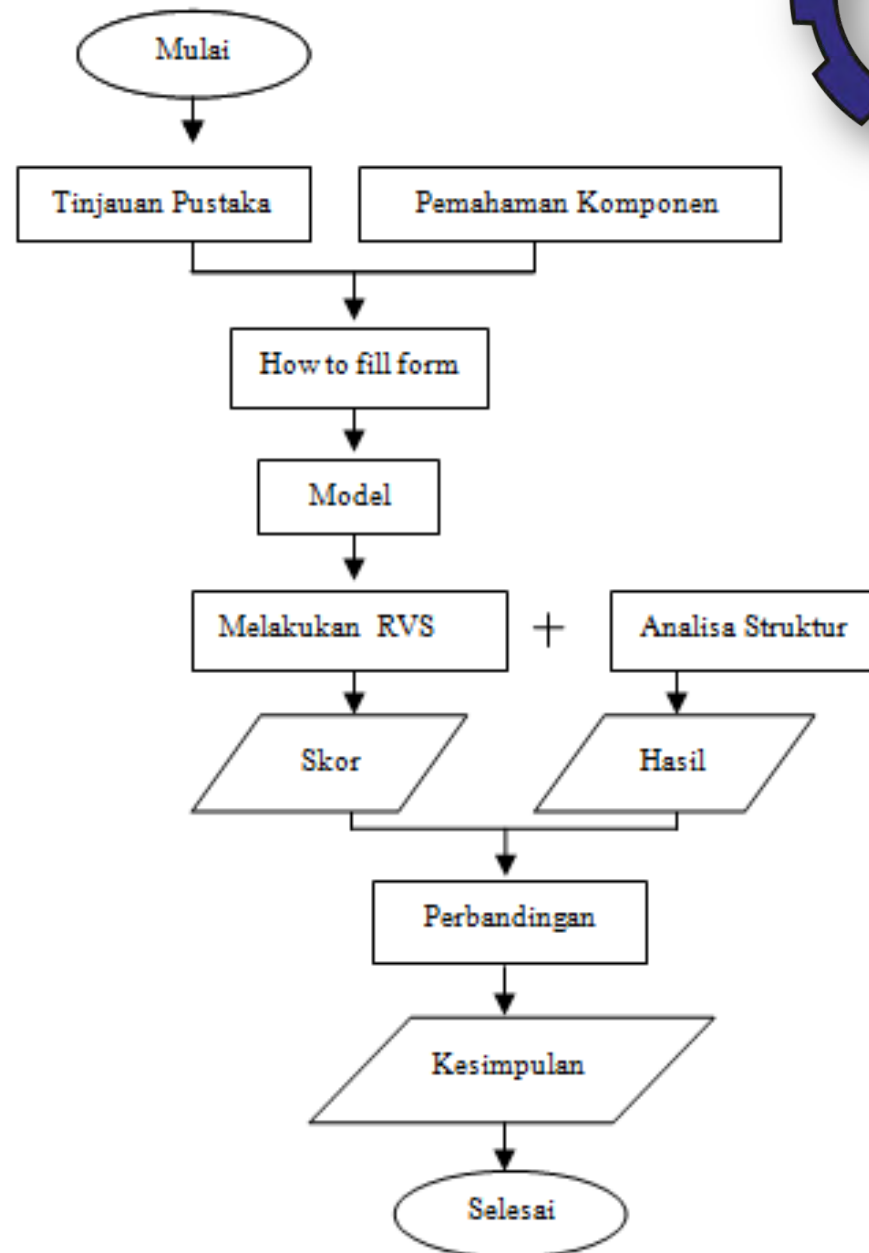


Rapid Visual Screening of  
Buildings for Potential  
Seismic Hazards

A Handbook  
FEMA 154, Edition 2 / March 2002



## ❑ Diagram Alir



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

**METODOLOGI**

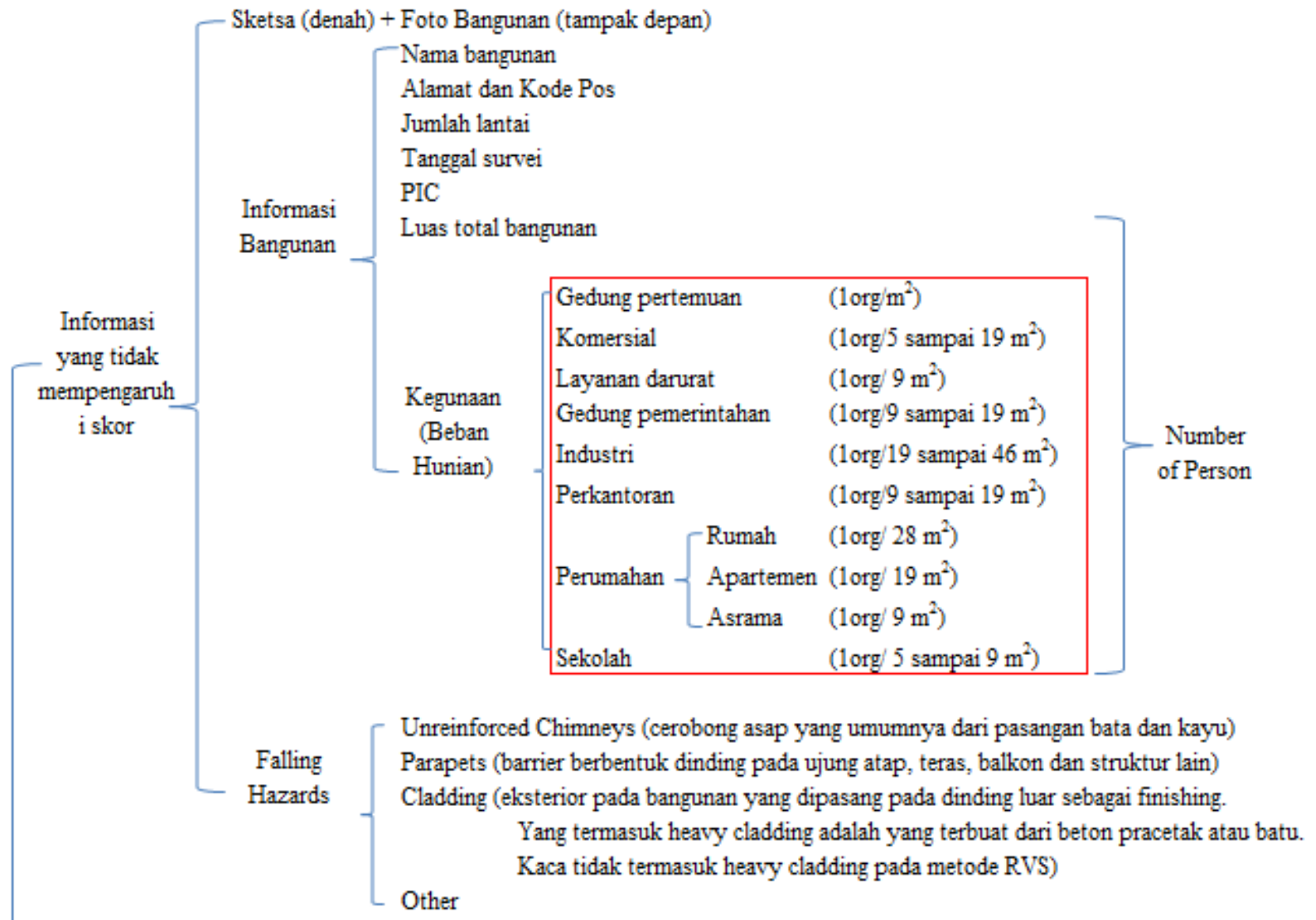
HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN



# Flow Chart Pengisian Form RVS

## High Seismicity FEMA 154



Informasi  
yang  
mempengaruhi  
hi skor

Tahun  
dibangun

Data  
Tambahan

design code

Kayu (Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia 1961, SNI 7973-2013)  
Baja (PPBBI 1984, SNI 1729-1989, SNI 1729-2002)  
Beton (PBI'55, PBI'71, SNI 2847-1992, SNI 2847-2002, SNI 2847-2013)

design load

Pembebanan (PPIUG 1971, PPIUG 1983, SNI 1727-2013)  
Peraturan Muatan Indonesia 1970 (mengacu Jepang)  
PPTGI UG 1981 (mengacu New Zealand)  
Perencanaan Tahan Gempa 1987 (mengacu New Zealand)  
SNI 1726-1989 (mengacu Amerika)  
SNI 1726-2002 (mengacu Amerika)  
SNI 1726-2012 (mengacu Amerika)


Skor  
(semakin besar semakin aman)

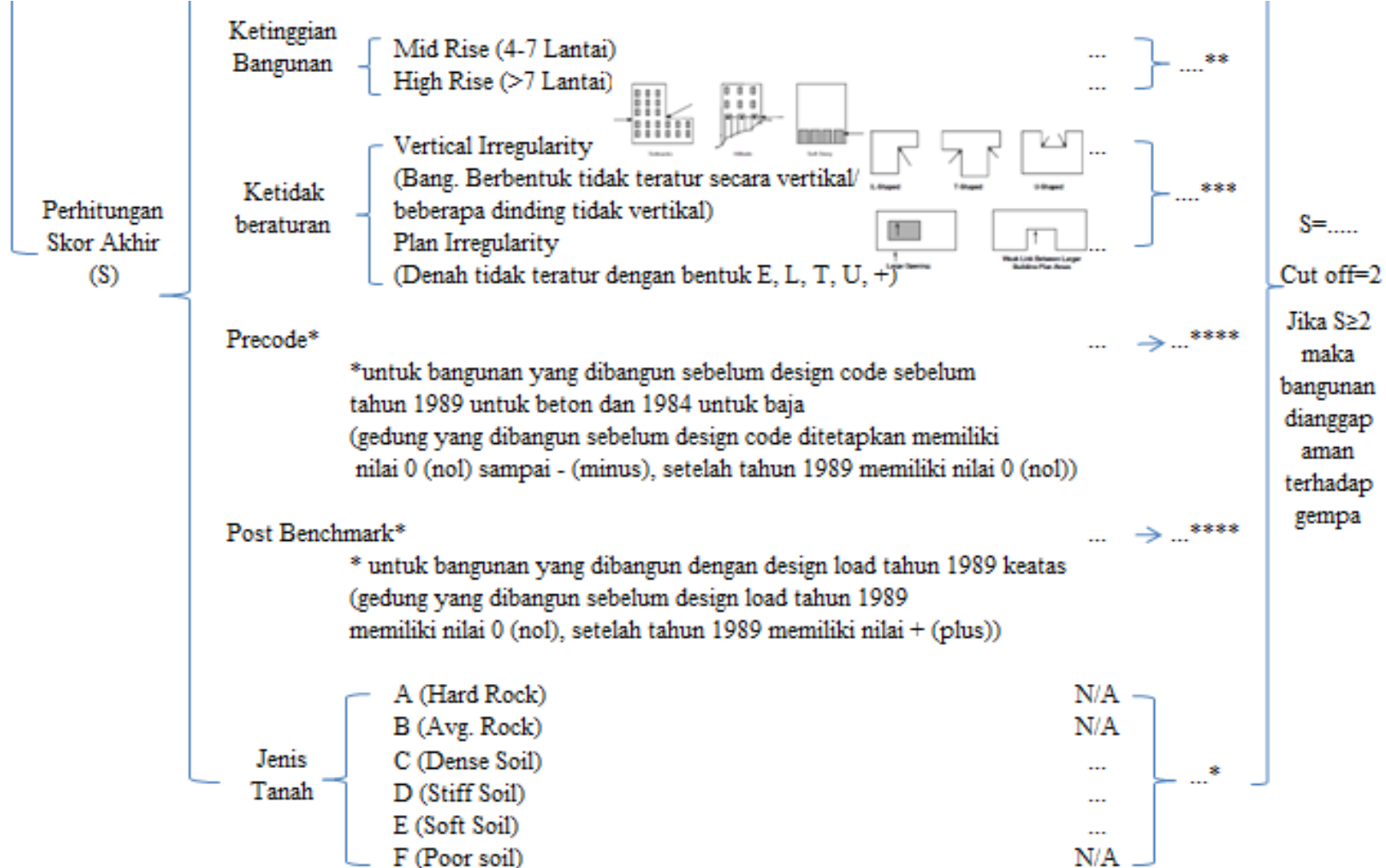
Tipe  
Bangunan

W1 (Rangka kayu dengan Luas < 465 m <sup>2</sup> )	4,4	} ....*
W2 (Rangka kayu dengan Luas > 465 m <sup>2</sup> )	3,8	
S3 (Light metal)	3,2	
S2 (Rangka baja dengan bracing)	3,0	
S1 (Rangka baja pemikul momen)		
S4 (Rangka baja dengan shear wall beton cor ditempat)		
C2 (Rangka beton dengan dinding shear wall)	2,8	
RM1 (Bang. Batu diperkuat lantai fleksibel dan atap diafragma)		
RM2 (Bang. Batu diperkuat lantai kaku dan atap diafragma)		
PC1 (Bangunan Tilt-Up)	2,6	
C1 (Bang. Beton rangka pemikul momen)	2,5	
PC2 (Bang. Rangka beton pracetak)	2,4	
S5 (Rangka baja dengan dinding bata tanpa perkuatan)	2,0	
URM (Pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall)	1,8	
C3 (Beton dengan dinding bata tanpa perkuatan)	1,6	

Ketinggian  
Bangunan

Mid Rise (4-7 Lantai)	...	} ....**
High Rise (>7 Lantai)	...	

		Skor (semakin besar semakin aman)			
Perhitungan Skor Akhir (S)	Tipe Bangunan	W1 (Rangka kayu dengan Luas < 465 m <sup>2</sup> ) W2 (Rangka kayu dengan Luas > 465 m <sup>2</sup> ) S3 (Light metal) S2 (Rangka baja dengan bracing) S1 (Rangka baja pemikul momen) S4 (Rangka baja dengan shear wall beton cor ditempat) C2 (Rangka beton dengan dinding shear wall) RM1 (Bang. Batu diperkuat lantai fleksibel dan atap diafragma) RM2 (Bang. Batu diperkuat lantai kaku dan atap diafragma) PC1 (Bangunan Tilt-Up) C1 (Bang. Beton rangka pemikul momen) PC2 (Bang. Rangka beton pracetak) S5 (Rangka baja dengan dinding bata tanpa perkuatan) URM (Pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall) C3 (Beton dengan dinding bata tanpa perkuatan)	4,4 3,8 3,2 3,0 2,8 2,8 2,6 2,5 2,4 2,0 1,8 1,6	....*	
	Ketinggian Bangunan	Mid Rise (4-7 Lantai) High Rise (>7 Lantai)	... ...	....**	
	Ketidak beraturan	Vertical Irregularity (Bang. Berbentuk tidak teratur secara vertikal/ beberapa dinding tidak vertikal) Plan Irregularity (Denah tidak teratur dengan bentuk E, L, T, U, +)		....***	
	Precode*	... *untuk bangunan yang dibangun sebelum design code sebelum tahun 1989 untuk beton dan 1984 untuk baja (gedung yang dibangun sebelum design code ditetapkan memiliki nilai 0 (nol) sampai - (minus), setelah tahun 1989 memiliki nilai 0 (nol))	... → ...****	S=.....	
	Post Benchmark*	... * untuk bangunan yang dibangun dengan design load tahun 1989 keatas (gedung yang dibangun sebelum design load tahun 1989 memiliki nilai 0 (nol), setelah tahun 1989 memiliki nilai + (plus))	... → ...****	Cut off=2	
				Jika S≥2 maka bangunan dianggap aman terhadap gempa	



\*pilih salah satu yang sesuai

\*\*pilih salah satu atau tidak sama sekali jika jumlah lantai <4 (semakin tinggi bangunan maka semakin besar skor, semakin aman)

\*\*\* pilih salah satu atau jumlahkan keduanya (semakin tidak beraturan, semakin mengurangi skor)

\*\*\*\* hanya diisi jika memenuhi persyaratan



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

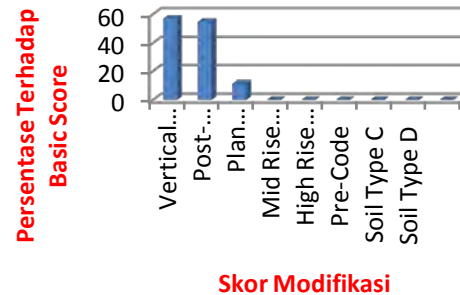
METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

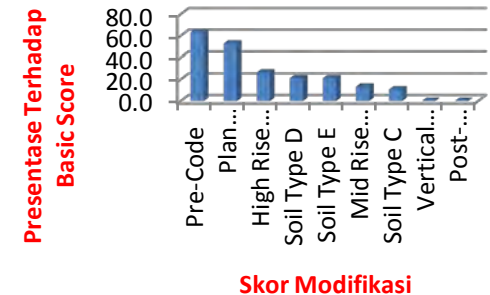
KESIMPULAN DAN SARAN

## Diagram Presentase Skor Modifikasi Terhadap Basic Score

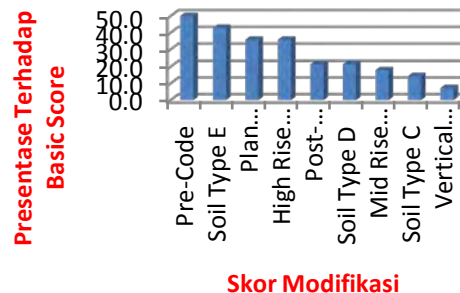
W1



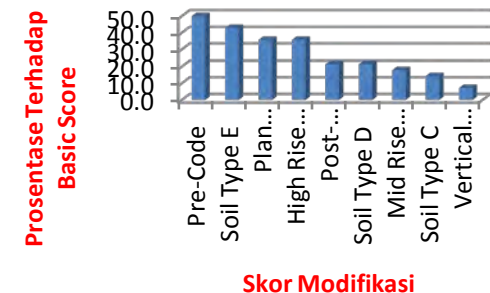
W2



S1



S2





PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

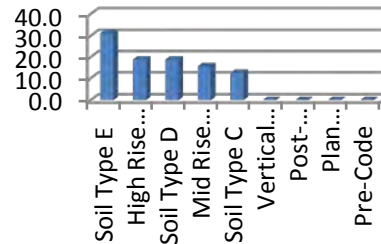
METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

**S3**

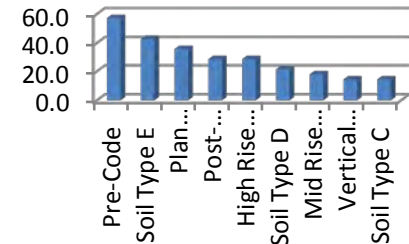
Presentase Terhadap  
Basic Score



Skor Modifikasi

**S4**

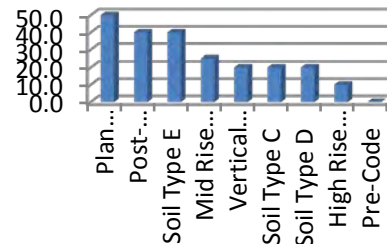
Presentase Terhadap  
Basic Score



Skor Modifikasi

**S5**

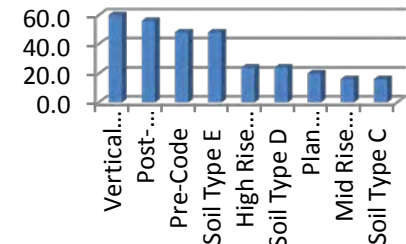
Presentase Terhadap  
Basic Score



Skor Modifikasi

**C1**

Presentase Terhadap  
Basic Score



Skor Modifikasi



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

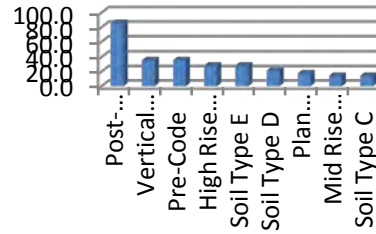
HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN



C2

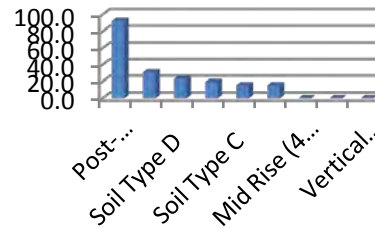
Presentase Terhadap  
Basic Score



Skor Modifikasi

PC1

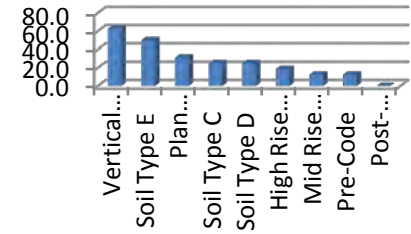
Presentase Terhadap  
Basic Score



Skor Modifikasi

C3

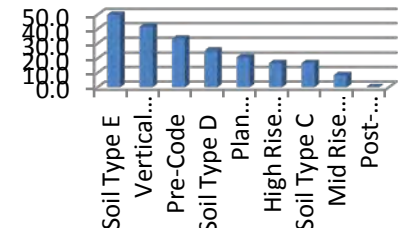
Presentase Terhadap  
Basic Score



Skor Modifikasi

PC2

Presentase Terhadap  
Basic Score



Skor Modifikasi



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

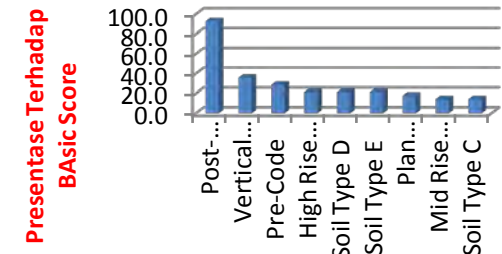
KESIMPULAN DAN SARAN

RM1



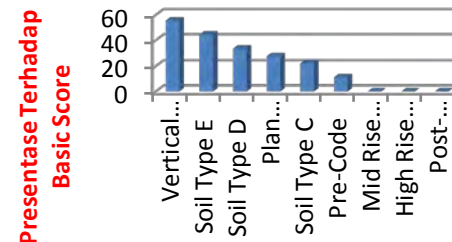
Skor Modifikasi

RM2



Skor Modifikasi

URM



Skor Modifikasi



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari diagram-diagram diatas dapat diketahui faktor apa saja yang memiliki kontribusi terbesar hingga terkecil pada tiap-tiap jenis bangunan dalam perhitungan skor, dimana 20% faktor teratas memiliki kontribusi paling besar dalam penentuan skor akhir, sehingga dalam pelaksanaan metode RVS baik pada tahap pra-lapangan maupun survei lapangan, screener dapat lebih berhati-hati dan teliti pada faktor-faktor tersebut, namun bukan berarti mengabaikan faktor-faktor dengan kontribusi rendah.



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

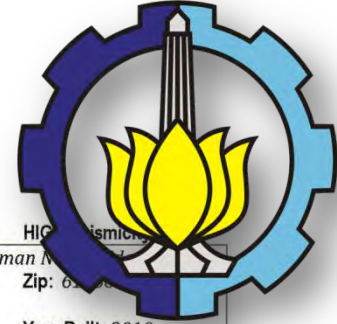
METODOLOGI

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan SNI 1726-2012 tentang Gempa, Kota Surabaya pada periode 0,2 detik percepatan respon gempanya adalah sebesar 0,663 g dan untuk periode 1 detik sebesar 0,248 g. Sedangkan untuk Kota Sidoarjo pada periode 0,2 detik percepatan respon gempanya adalah sebesar 0,68 g dan untuk periode 1 detik sebesar 0,266 g. Dimana Kota Surabaya dan Sidoarjo berada pada Moderate Seismicity menurut pembagian zona gempa berdasarkan SNI 1726-2012 namun termasuk pada High Seismicity menurut pembagian zona gempa berdasarkan FEMA.

# Form RVS BPBD JATIM



PENDAHULUAN

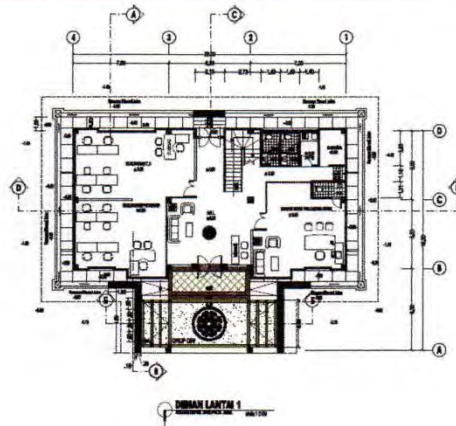
TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

## Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA-154 Data Collection Form



Scale:

Address: JL. Jendral S. Parman  
Other Identifiers: -  
No. Stories: 2  
Screener: Dyah Widya DH  
Total Floor Area (sq. Ft.): 4758 ft<sup>2</sup>  
Building Name: BPBD Prov JATIM  
Use: OFFICE



OCCUPANCY				SOIL TYPE						FALLING HAZARDS					
Assembly	Govt	Office	Number of Persons	A	B	C	D	E	F						
Commercial	Historic	Residential	0-10	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor						
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil						
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
			(MRF)	(BR)	(LM)	(RCSW)	(URM INF)	(SW)	(URM INF)	(TU)	(FD)	(RD)			
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
FINAL SCORE, S	2.7 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)														
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa															
COMMENTS															
Bangunan BPBD JATIM dibangun pada tahun 2011, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.															
Detailed Evaluation Required															
YES NO															

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill



# Form RVS KOMINFOJATIM



PENDAHULUAN

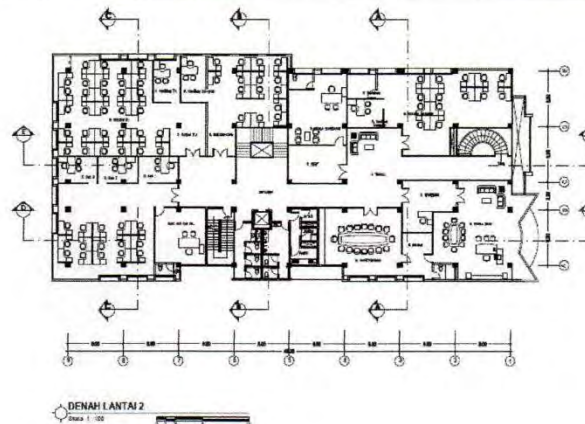
TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

## Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA-154 Data Collection Form



Scale:

Address: Jl. Jend A. Yani 242-244 Surabaya  
Zip: 60235

Other Identifiers: -  
No. Stories: 4 Year Built: 2010  
Screener: Dyah Widya DH Date: 9 Maret 2015  
Total Floor Area (sq. Ft.): 43400 ft<sup>2</sup>  
Building Name: Dinas KOMINFO Prov JATIM  
Use: OFFICE



OCCUPANCY				SOIL TYPE						FALLING HAZARDS					
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons 0-10 101-1000 1000+	A Hard Rock	B Avg. Rock	C Dense Soil	D Stiff Soil	E Soft Soil	F Poor Soil	Unreinforced Chimneys Parapets Cladding Other:					
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
<b>FINAL SCORE, S</b>			<b>3,1 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)</b>												
<b>Note:</b> Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa															
<b>COMMENTS</b> Bangunan KOMINFO JATIM dibangun pada tahun 2010, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.															Detailed Evaluation Required  YES NO

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

RC = Reinforced concrete

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill

# Form RVS PT. Alstom Power ESI Surabaya



PENDAHULUAN

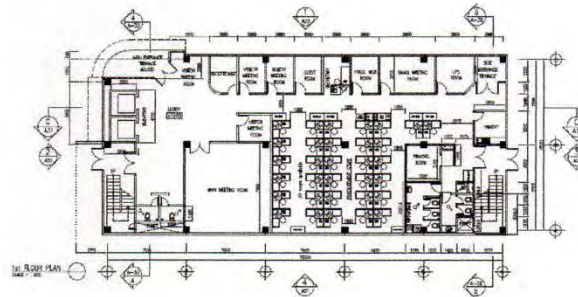
TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

## Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA-154 Data Collection Form



Scale:

Address: Jl. Panti Mulia Baru Ujung Seru  
Surabaya Zip: 60155  
Other Identifiers: -  
No. Stories: 4 Year Built: 2010  
Screener: Dyah Widya DH Date: 20 Maret 2015  
Total Floor Area (sq. Ft.): 22604 ft<sup>2</sup>  
Building Name: PT. Alstom Power Esi  
Use: OFFICE



OCCUPANCY				SOIL TYPE								FALLING HAZARDS			
Assembly	Commercial	Govt. Historic	Office	Number of Persons	A	B	C	D	E	F	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other:	
Emer. Services	Industrial	Residential	School	0-10 101-100+	Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil					
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
<b>BUILDING TYPE</b>	<b>W1</b>	<b>W2</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>RM1</b>	<b>RM2</b>	<b>URM</b>
			(MRF)	(BR)	(LM)	(RCSW)	(URM INF)	(MRF)	(SW)	(URM INF)	(TU)		(FD)	(RD)	
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
<b>FINAL SCORE, S</b>	<b>3,7 (≥2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap aman terhadap gempa)</b>														
<b>Note:</b> Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa															
<b>COMMENTS</b> Bangunan PT. ALSTOM Surabaya dibangun pada tahun 2010, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan beton SNI 2847-2002 dan peraturan gempa SNI 1726-2002.														<b>Detailed Evaluation Required</b>	
														YES <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>	

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data

DNK = Do Not Know

BR = Braced frame

FD = Flexible diaphragm

LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame

RC = Reinforced concrete

RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall

TU = Tilt up

URM INF = Unreinforced masonry infill



# Form RVS Bank Permata Surabaya



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

Address: Jl. Tunjungan No 52 Surabaya  
Zip: 60275

Other Identifiers: -

No. Stories: 4

Year Built: 1985

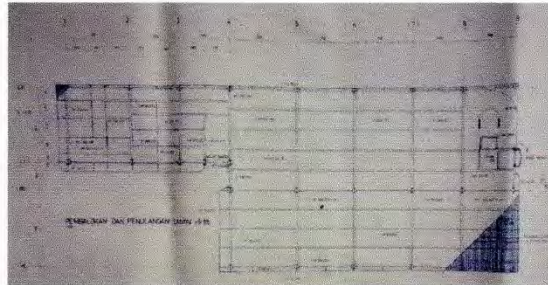
Screener: Dyah Widya DH

Date: 5 Mei 2015

Total Floor Area (sq. Ft.): 41252 ft<sup>2</sup>

Building Name: Bank Permata Surabaya

Use: OFFICE



Scale:

OCCUPANCY				SOIL TYPE								FALLING HAZARDS					
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons 0-10 11-100 101-1000 1000+	A Hard Rock	B Avg. Rock	C Dense Soil	D Stiff Soil	E Soft Soil	F Poor Soil	Unreinforced Chimneys Parapets Cladding Other:							
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S																	
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCRW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM		
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8		
Mid Rise (4 to 7 Stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0		
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A		
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0		
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2		
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A		
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4		
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6		
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8		
FINAL SCORE, S				1,9 (<2 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan tersebut dianggap tidak aman terhadap gempa)													
Note: Semakin besar nilai Basic Score dan Final Score, bangunan tersebut dianggap semakin aman terhadap gempa																	
COMMENTS Bangunan Bank Permata Surabaya dibangun pada tahun 1985, maka diperkirakan didesain menggunakan peraturan PPBBI 1984 dan peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung (PPTIUG) 1983														Detailed Evaluation Required			
														YES NO			

\*=Estimated, Subjective, or unreliable data  
DNK = Do Not Know

BR = Braced frame  
FD = Flexible diaphragm  
LM = Light metal

MRF = moment-resisting frame  
RC = Reinforced concrete  
RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall  
TU = Tilt up  
URM INF = Unreinforced masonry infill





PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

KESIMPULAN DAN SARAN

Selain analisis menggunakan Form RVS Moderate seismicity, dilakukan pula permodelan dengan SAP 2000 dan kontrol gempa pada SNI 1726-2012 (kontrol partisipasi massa, kontrol periode getar struktur, kontrol nilai akhir respon spektrum dan kontrol batas simpangan (drift)) dan didapatkan hasil sebagai berikut:



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Gedung BPBD JATIM, KOMINFO JATIM dan PT. Alstom Power ESI: Memenuhi kontrol gempa pada SNI 1726-2012.
2. Gedung Bank Permata Surabaya: Tidak memenuhi persyaratan kontrol waktu getar alami fundamental dan kontrol drift simpangan arah y gempa arah y, sedangkan bila ditinjau dari kekuatan balok dan kolom pada struktur utama, bangunan ini dinyatakan aman.



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

**KESIMPULAN DAN SARAN**

## ❑ Kesimpulan

1. Kantor BPBD JATIM, KOMINFO JATIM, dan PT. Alstom Power ESI dinyatakan aman terhadap gempa, baik oleh Metode RVS untuk High Seismicity maupun SNI 03-1726-2012. Sedangkan untuk gedung Bank Permata Surabaya dinyatakan tidak aman baik oleh Metode RVS maupun oleh SNI 03-1726-2012 dimana bangunan ini tidak memenuhi persyaratan kontrol waktu getar alami fundamental dan kontrol drift simpangan arah y gempa arah y yang diatur dalam SNI-03-1726-2012, sedangkan bila ditinjau dari kekuatan balok dan kolom pada struktur utama, bangunan ini dinyatakan aman.



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

**KESIMPULAN DAN SARAN**

## ❑ Kesimpulan

2. Setiap jenis bangunan memiliki faktor yang paling mempengaruhi kerentanan terhadap gempa yang berbeda-beda seperti berikut:

- Bangunan kayu: ketidakberaturan vertikal, *design code*, *design load* dan ketidakberaturan datar
- Bangunan baja: *design code*, dan jenis tanah E.
- Bangunan beton: ketidakberaturan vertikal, tanah tipe E, *design load* yang digunakan.



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

**KESIMPULAN DAN SARAN**

## ❑ Kesimpulan

- Bangunan beton pracetak dan bangunan batu: *design load*, tanah tipe E dan ketidakberaturan vertikal.
- Bangunan pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall: tipe tanah E dan ketidakberaturan vertikal

Sehingga dalam pelaksanaan metode RVS, faktor-faktor tersebut harus mendapat perhatian lebih karena memiliki kontribusi yang signifikan dalam penentuan skor akhir dan dalam pengaruh gempa pada bangunan tersebut.



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

**KESIMPULAN DAN SARAN**

## ❑ Saran

Dalam tugas akhir ini telah dilakukan pembagian wilayah gempa dan penentuan precode dan post-benchmark yang sesuai untuk bangunan di Indonesia. Namun dikemudian hari jika dirasa perlu diharapkan adanya penyempurnaan sehingga bisa digunakan untuk memetakan bangunan di Indonesia dengan lebih baik agar resiko keruntuhan bangunan apabila terjadi gempa dapat diminimalisir.



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

KESIMPULAN DAN SARAN

Setiap bangunan memiliki kerentanannya masing-masing terhadap gempa, maka ada baiknya dalam membangun suatu bangunan sebisa mungkin memperhatikan hal-hal berikut ini:

- Bangunan Kayu: Memperhatikan *design load* dan *design code* yang digunakan, dan jangan mendesain bangunan yang memiliki ketidakberaturan vertikal maupun datar.
- Bangunan Baja: Hindari mendirikan bangunan jenis baja pada jenis tanah E dan perhatikan *design code* yang digunakan.



PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

**KESIMPULAN DAN SARAN**

- Bangunan Beton: Hindari mendirikan bangunan dari beton dengan ketidakberaturan vertikal atau pada tipe tanah E. Selain itu perhatikan juga *design load* yang digunakan apakah sudah sesuai dengan peraturan terbaru yang digunakan di Indonesia.
- Bangunan beton pracetak dan bangunan batu: Perhatikan *design load* yang digunakan, dan sebisa mungkin tidak membangun bangunan beton pada jenis tanah E serta hindari bangunan yang memiliki ketidakberaturan vertikal.





PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

**KESIMPULAN DAN SARAN**

- Bangunan pondasi tanpa perkuatan bangunan bearing-wall: Faktor yang paling mempengaruhi adalah jenis tanah E dan ketidakberaturan vertikal maka sebisa mungkin hindari dua faktor tersebut.

*Terimakasih...*